UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

GUILHERME ACÁCIO DE SENE

Aditivos orgânicos para bovinos confinados com dietas de alto concentrado

GUILHERME ACÁCIO DE SENE

Aditivos orgânicos para bovinos confinados com dietas de alto concentrado

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. D. Saulo da Luz e Silva.

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Sene, Guilherme

SS475a

Aditivos orgânicos para bovinos confinados com dietas de alto concentrado / Guilherme Sene ; orientador Saulo Silva. -- Pirassununga, 2017. 65 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

 Desempenho de bovinos Nelore. 2. Fermentação ruminal. 3. Saccharomyces cerevisiae. 4. Terminação de bovinos. I. Silva, Saulo, orient. II. Título.

Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - o autor

Prof. Dr	Instituição:	
Julgamento:	Assinatura:	
Prof. Dr.	Instituição:	
Julgamento:	Assinatura:	
Prof. Dr.	Instituição:	
Julgamento:	Assinatura:	
Prof. Dr.	Instituição:	
Julgamento:	Assinatura:	

Dedicatória

Aos meus pais Ivanildo e Gleide, por todo amor, confiança e dedicação dispensados a mim, e principalmente por me apoiarem na decisão de retomar minha vida acadêmica.

À minha irmã Fernanda e meus avós Ivanir e Hortência, que, mesmo não estando presentes fisicamente, me deram força e motivação, sendo minha fonte de inspiração para concluir esta etapa de minha vida.

Agradecimentos

A Deus, pela força concedida em todos os momentos.

A todos meus familiares em especial ao meu pai Ivanildo e minha mãe Gleide por todo apoio e compreensão devido à minha ausência no seio familiar neste período, e pelo incentivo para que eu mantivesse o foco nos objetivos traçados.

À minha irmã Fernanda, companheira eterna, que sempre estará ao meu lado e será minha fonte de inspiração.

À minha namorada Luísa Poletto, por dividir comigo todos os momentos desta jornada, pelo auxílio para manutenção do equilíbrio emocional durante os momentos difíceis e pela contribuição para a realização de diversas atividades do mestrado.

A todos os professores que fizeram parte desta etapa, pelos ensinamentos valiosos e conhecimentos partilhados.

Ao meu orientador Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva, pelos ensinamentos e correções, pela paciência e, principalmente, por ter aberto as portas e me aceito como seu orientado.

Aos amigos de Pós-Graduação: Fábio Henrique, Juan Gomez, Daniel Antonelo, Juliana Silva, Lina Pulido, Henrique Hooper, Henrique Bueno, Keni Nubiato, Fabiane Costa, Mariane Beline e Juliana Balage que ajudaram na condução do experimento, e dividiram comigo suas experiências e conhecimentos, meu muito obrigado.

Aos amigos e estagiários que foram meus "braços" durante a condução do experimento: Luísa Polleto, Giovana Gambagorte, Gabriela Abitante, Nathália Dias, Guilherme Bueno, Paloma Couto, Rachel Vieira, Marilia Silva, Talles Zambianco, Leandro Silva e Pedro, meus sinceros agradecimentos, sem a contribuição de vocês a caminhada seria mais difícil.

Aos funcionários da USP, Ricardinho, Dione e João, pelo auxílio nas atividades diárias do confinamento e por estarem sempre dispostos a ajudar.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP) pela disponibilização de área e recursos para realização do projeto.

As empresas Premix Nutrição Animal e Alltech pelo fornecimento dos produtos e auxilio no projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

Aos companheiros de morada da Republica CaiPira, obrigado por todos os momentos de descontração e longas conversas, obrigado por se tornarem minha família e espero que nossa amizade continue firme e forte por muitos anos.

Meus sinceros agradecimentos a todos

RESUMO

SENE, G.A. Aditivos orgânicos para bovinos confinados com dietas de alto concentrado. 2017. 65f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2017.

As restrições impostas a utilização de antibióticos como aditivos alimentares para bovinos têm estimulado a busca por tecnologias alternativas. Nesse sentido, foram conduzidos dois experimentos com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes aditivos alimentares orgânicos e antibióticos sobre o desempenho, metabolismo ruminal, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore confinados recebendo dietas com alta proporção de concentrado. As dietas continham 85% de concentrado e 15% de volumoso e os aditivos correspondentes aos tratamentos, sendo eles: 1) Aditivo orgânico (Fator P®) (A0), 2) Aditivo orgânico + Monensina sódica (AO+M), 3) Aditivo orgânico + enzimas amilolíticas (AO+E), 4) Monensina sódica + Virginiamicia (M+V). No experimento 1, 45 tourinhos da raça Nelore com 24 meses de idade e peso médio inicial de 373±32 kg, foram alojados em 4 baias coletivas equipadas com portões eletrônicos, para controle individual da alimentação, em um delineamento em blocos casualizados (peso inicial). Durante o confinamento foram analisadas as características de desempenho e de carcaça por ultrassonografia. Após 88 dias de confinamento os animais foram abatidos e analisadas características de carcaça, qualidade da carne e teste sensorial de aceitação pelo consumidor. No experimento 2 foram utilizados 8 novilhos da raça Nelore, com cânulas ruminais em um delineamento em quadrado latino 4 x 4 duplicado, com quatro tratamentos e 4 períodos de 21 dias, sendo realizadas análises de degradabilidade, pH ruminal e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). As características de desempenho, bem como as variáveis de degradabilidade ruminal não foram influenciadas pelos diferentes aditivos. O tratamento M+V apresentou maior pH ruminal (P<0,05), enquanto os tratamentos AO+M e AO+E apresentaram maiores concentrações de ácido acético e do total de AGCC (P<0,05). Maiores concentrações de ácido butírico foram encontrados nos tratamentos AO e AO+M (P<0,05). Os tratamentos não influenciaram o peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, área de olho de lombo, pH da carcaça 24h após o abate, cor e lipídios totais. O tratamento M+V apresentou maior EGSU enquanto o tratamento AO+E apresentou menor EGPU (P<0,05) em relação aos demais. O tratamento AO apresentou menor perda por cocção em relação aos demais (P<0,05), sendo observado maiores escores de suculência para os tratamentos AO, AO+M e AO+E (P<0,05) e maiores escores de textura e qualidade global para os tratamentos AO e AO+M (P<0,05). O uso de aditivos orgânicos pode ser uma alternativa ao uso dos antibióticos tradicionais na terminação de bovinos confinados com dietas com alta proporção de concentrado, sem alterar os níveis produtivos, sugerindo possível melhora na aceitação pelo consumidor.

Palavras-chaves: Desempenho de bovinos Nelore, Fermentação ruminal, Saccharomyces cerevisiae, Terminação de bovinos,

ABSTRACT

SENE, G.A. **Organic additives for cattle fed high concentrate diets**. 2017. 65f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2017.

The restrictions applied for the use of antibiotics with feed additives for cattle have stimulated the search for alternative technologies. In this sense, two experiments were conducted to evaluate the effect of different organic food additives and antibiotics on performance, ruminal metabolism, carcass characteristics and meat quality of feedlot Nellore cattle fed high concentrate diet. The diets contained 85% of concentrate and 15% of corn silage and additives corresponding to each treatment: 1) Organic additive (AO), 2) Organic additive + Monensin sodium (AO+M), 3) Organic additive + amylolytic enzymes (AO+E), 4) Monensin sodium + Virginiamycin (M+V). In the experiment 1, 45 Nellore steers with 24 months of age and initial body weight of 373 ± 32 kg were allotted in four collective pens equipped with electronic gates for individual control of feeding in a randomized complete block design. During the feedlot, animal performance and carcass characteristics were analyzed by ultrasonography. After 88 days of feedlot, the steers were slaughtered and carcass characteristics, meat quality and sensorial acceptance test by the consumer were analyzed. In the experiment 2, eight Nellore steers with ruminal cannulas were used in a 4 x 4 duplicate Latin square design, with four treatments and four periods of 21 days. Degradability, ruminal pH and short chain fatty acids (AGCC) were evaluated. The different additives did not influence the performance characteristics, as well as, the ruminal degradability variables. The M+V treatment had higher ruminal pH (P<0.05), whereas AO+M and AO+E treatments had higher concentrations of acetic acid and total AGCC (P<0.05). Higher concentrations of butyric acid were found in AO and AO + M treatments (P<0.05). The treatments did not influence hot carcass weight, carcass yield, ribeye area, carcass pH 24h after slaughter, color nor total lipids. The M+V treatment showed higher EGSU while the AO + E treatment presented lower EGPU (P < 0.05) when compared with others. The AO treatment presented lower cooking loss (P<0.05), with higher succulence scores for AO, AO+M and AO+E treatments (P<0.05), and higher texture and quality scores for AO and AO+M treatments (P<0.05). The use of organic additives can be an alternative to the use of traditional antibiotics in finishing cattle fed high

concentrate diets without affecting the production levels, suggesting possible improvement in consumer acceptance.

Keywords: Performance of Nellore cattle, Ruminal fermentation, Saccharomyces cerevisiae, Termination of cattle;

Lista de tabelas

Tabela 1. Composição percentual e química das dietas experimentais37
Tabela 2. Doses de aditivos em mg/kg de matéria seca nas dietas experimentais38
Tabela 3. Médias de quadrados mínimos, erro padrão da média (EPM) e probabilidades (Pr>F) das características de desempenho em função dos tratamentos
Tabela 4. Médias de quadrados mínimos, erro-padrão da média (EPM) e probabilidades (Pr>F), das características de degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), em função dos tratamentos
Tabela 5. Médias de quadrados mínimos, erro-padrão da média (EPM) e probabilidades (Pr>F), do pH ruminal e concentração de ácidos graxos de cadeia curta, em função dos tratamentos
Tabela 6 Médias de quadrados mínimos, erro-padrão da média (EPM) e probabilidades (Pr>F), das características de carcaça, em função dos tratamentos49
Tabela 7. Médias de quadrados mínimos, erro-padrão da média (EPM) e probabilidades (Pr>F), das características qualitativas da carne, em função dos tratamentos
Tabela 8. Médias de quadrados mínimos, erro-padrão da média (EPM) e probabilidades (Pr>F), das características de avaliadas em painel sensorial, de acordo com os tratamentos

Lista de figuras

Figura1: Modo de ação das leveduras	29
Figura 2 – Animais nas instalações do confinamento experimental	36
Figura 3 – Carcaças na câmara fria, após 24h de resfriamento	39
Figura 4 - Avaliação da cor da carne	40
Figura 5: Área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (l medidas entre a 12 ^a e a 13 ^a costelas e espessura de gordura na picanha (E avaliadas por ultrassom, em função do tempo de confinamento	EGPU),

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1. 2.2. 2.3.	2. Uso de dietas de alto concentrado	17
2.4.		
2.5. 2.6.		
2.7. 2.8.	7. Restrições a utilização de antibióticos	26
2.9.	9. Leveduras	27
	10. Enzimas	
4.	OBJETIVO	34
5.	MATERIAL E MÉTODOS	35
5.1.	,	
	arne 1.1. Animais e instalações	
5.1.	1.2. Alimentação e avaliações nos animais vivos	36
5.1.	1.3. Abate, dados de carcaça e coleta de amostras	39
5.1.	1.4. Perdas por exsudação e cocção, cor, força de cisalhamento e lipíd	ios totais 39
5.1.	1.5. Teste de aceitação pelo consumidor	41
5.1.	1.6. Análise estatística	42
4.2. 4.2.	Experimento 2 – Metabolismo ruminal 2.1. Animais e alimentação	
4.2.	2.2. Degradabilidade ruminal	43
4.2.	2.3. pH e ácidos graxos de cadeia curta	43
4.2.	2.4. Análises estatísticas	44
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
6.	CONCLUSÃO	53
7	REFERÊNCIAS BIBIOGRAFICAS	54

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, observou-se um grande aumento na oferta mundial de alimentos, em virtude, principalmente, do aprimoramento das técnicas produtivas. Entretanto, projeções ainda indicam um aumento expressivo na demanda de alimentos nas próximas décadas, desafiando os setores produtivos e, em particular, a pecuária.

A intensificação dos sistemas de produção tem sido uma forma eficiente de maximização dos lucros e atendimento da demanda crescente, o que pode ser observado pela multiplicação das unidades de confinamento no Brasil. Este fato, somado ao aumento das safras de grãos e maior disponibilidade de coprodutos agroindustriais, vem contribuindo para o aumento na utilização de dietas com altos teores de concentrados, que propiciam uma melhora na performance animal e uma maior qualidade da carne.

Contudo, a inclusão de elevados teores de concentrado nas dietas (80-95%) gera aumento da produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), assim como de ácido lático pelos microrganismos do rúmen, o que pode levar a problemas de ordem digestiva como a acidose, frequentemente acompanhados de redução e variação na ingestão de alimento e, consequentemente, redução no ganho de peso, com impacto negativo na produtividade.

Para evitar esse tipo de problema, a utilização de aditivos alimentares promotores de crescimento, que selecionam microrganismos favoráveis ao ambiente ruminal tornou-se uma prática comum. De acordo com Oliveira e Millen (2014), 99,2% dos confinamentos brasileiros utilizam algum tipo de aditivo alimentar em suas dietas de terminação, sendo os antibióticos ionóforos os principais aditivos alimentares utilizados em 93,9% dos confinamentos. Em confinamentos que utilizam aditivos secundários em suas dietas, os principais são os antibióticos não-ionóforos (35,3%) e as leveduras (35,3%).

A utilização da associação entre antibióticos ionóforos e não-ionóforos tem aumentado em dietas com alta inclusão de grãos, visando minimizar riscos e aumentar a eficiência dos confinamentos, uma vez que seus efeitos positivos são potencializados, como o aumento da energia líquida das dietas e aumento da eficiência alimentar.

Por outro lado, há uma crescente preocupação dos consumidores com relação à qualidade dos produtos que consomem e, nesse sentido, o uso de aditivos antibióticos nas dietas animais tem sido alvo de contestações, em razão de que o fornecimento de pequenas doses desses produtos poderia causar uma possível seleção de microrganismos resistentes a seus princípios ativos. As estruturas de alguns promotores de crescimento, como avoparcina, virginiamicina e avilamicina, são semelhantes às estruturas de antibióticos de última geração desenvolvidos para uso humano, como vancomicina, pristinamicina e ziracina, respectivamente (ANDREOTTI & NICODEMO, 2004).

Além disso, a utilização de antibióticos tem sofrido restrições, principalmente pela União Europeia, que através do Regulamento nº 1831/2003 determinou a proibição da utilização de antibióticos e cocciodiostáticos como aditivos alimentares para bovinos. Tal medida almeja prevenir os efeitos de uma possível relação entre o aumento da incidência de microrganismos resistentes aos antibióticos, observada na medicina humana e a utilização destas substâncias nas rações animais (MARINO, 2009). A Organização Mundial da Saúde (OMS) também considera o uso de antibióticos na produção animal um risco crescente para a saúde humana.

Neste contexto, a busca por novas tecnologias tem obtido especial atenção dos diversos segmentos envolvidos na cadeia produtiva. O uso de aditivos naturais, como leveduras, extratos de plantas e enzimas, vem mostrando potencial de ação no ambiente ruminal e viabilidade na comercialização de produtos que visam substituir agentes antibióticos convencionais (WALLACE et al., 2008).

No entanto, apesar de existirem diferentes relatos na literatura sobre a utilização de aditivos naturais alternativos ao uso de antibióticos e ionóforos para bovinos de corte confinados, maiores estudos são necessários visando a consolidação dos resultados obtidos e, com isso, fornecer informações mais consistentes para os diferentes segmentos envolvidos na cadeia produtiva sobre a viabilidade da utilização desses produtos em dietas com alta proporção de concentrados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Situação atual da produção em confinamento

O confinamento que se iniciou no Brasil como uma estratégia para viabilizar a compra de animais nos períodos de safra e sua revenda nos períodos de entressafra, desenvolveu-se com a utilização de resíduos ou subprodutos das agroindústrias, se tornando uma ferramenta de manejo integrada aos sistemas de produção: cria, recria e engorda (LANNA e ALMEIDA, 2005).

Dentre os benefícios da terminação de bovinos em confinamento, pode-se destacar o alivio nas áreas de pastagem durante o período seco do ano, a possibilidade de abater animais mais jovens, com maior ganho de peso e eficiência alimentar, além de carcaças com maior grau de acabamento, melhorando a qualidade da carne, aumentando a taxa de desfrute e intensificando o giro de capital. (MEDEIROS; GOMES; BUNGENSTAB, 2015).

A competitividade do mercado, bem como o aumento expressivo na demanda de carne tem pressionado os produtores a intensificar os sistemas de produção de bovinos de corte, resultando em aumento da utilização de confinamentos, os quais vem se tornando cada vez mais importantes para a cadeia produtiva.

Em 2015 o Brasil alcançou o número de 5,05 milhões de cabeças confinadas, obtendo um aumento de 8,13% com relação ao ano de 2014 e representando 12,9% dos abates nacionais (ABIEC,2016). Desta forma, o confinamento se tornou uma ferramenta estratégica indispensável para a indústria frigorifica, auxiliando para a manutenção do fornecimento de matéria prima constante durante o ano, fornecendo animais com acabamento de carcaça adequado na entressafra e aumentando o peso de abate, diminuindo assim, o custo industrial do sistema frigorifico (LANNA e ALMEIDA, 2005)).

No Brasil, o confinamento corresponde a períodos mais curtos que os utilizados na Europa, Estados Unidos e Austrália. Segundo Oliveira e Millen (2014), o período médio de confinamento no Brasil é de 87,7 dias enquanto que nos Estados Unidos o período médio é de 170 dias. Isso evidencia que o confinamento no Brasil é uma ferramenta estratégica que visa intensificar os sistemas de produção a pasto, uma vez que mais de 90% do nutrientes consumidos pelos bovinos brasileiros terminados em confinamento são provenientes de pastagens (LANNA e ALMEIDA, 2005).

2.2. Uso de dietas de alto concentrado

De maneira geral, grãos de cereais representam a principal fonte de energia em dietas de bovinos de corte terminados em confinamento (HUNTINGTON, 1997; OWENS et al., 1997; SANTOS e MOSCARDINI, 2007).

Nos últimos anos, o aumento expressivo das safras de grãos, a maior disponibilidade de resíduos e coprodutos agroindustriais, além de questões de operacionalidade nos confinamentos de grande porte, vem contribuindo para o aumento na utilização de dietas com altos teores de concentrado (SANTOS et al., 2011).

Esse aumento foi evidenciado por levantamento realizado por Oliveira e Millen (2014) com nutricionistas brasileiros responsáveis por bovinos confinados, onde foi reportado que 81,8% dos confinamentos utilizavam dietas contendo entre 71 e 90% de concentrado, sendo utilizadas dietas entre 81 e 90% de concentrado em 42,4% dos confinamentos. Em levantamento semelhante, realizado por Millen et al., (2009), apenas 58,1% dos confinamentos utilizavam dietas contendo entre 71 e 90% de concentrado, sendo a utilização de dietas entre 81 e 90% de concentrado presente em apenas 19,4% dos confinamentos consultados. Assim sendo, pode-se verificar um aumento de 218,5% na utilização de dietas na faixa entre 81 e 90% de concentrado nos confinamentos brasileiros, em um curto período de tempo.

A utilização de dietas com alta proporção de grãos diminui o custo por unidade de energia líquida de mantença e de energia líquida de ganho (BROWN et al., 2006), além de propiciar maior ganho de peso, melhor conversão e eficiência alimentar e carcaças com melhor acabamento e maior rendimento, podendo tornar a atividade mais rentável (PRESTON, 1998; SANTOS et al., 2004; NUNEZ, 2008; CARARETO, 2011).

No entanto, a utilização de dietas com alta proporção de concentrado pode ocasionar riscos aos animais, como a incidência de distúrbios metabólicos como acidose e timpanismo, os quais são frequentemente acompanhados de diminuição e grande variação na ingestão de matéria seca (IMS), baixo ganho de peso, lesões na parede do rúmen e aparecimento de abscessos hepáticos (PRESTON, 1998).

No Brasil, de acordo com estudo realizado por Oliveira e Millen (2014), a acidose ruminal é apontada por 34,4% dos entrevistados como o principal problema de saúde enfrentada pelos confinadores, ficando atrás apenas das desordens

respiratórias como o principal problema de saúde enfrentado nos confinamentos (40,6%).

Quando grandes quantidades de carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen são ingeridos, pode-se iniciar o processo de acidose ruminal, culminando em mudanças ruminais severas. O processo de hidrólise destes carboidratos leva a um aumento da concentração ruminal de glicose, a qual normalmente é baixa, chegando ao ponto em que a concentração ruminal excede a concentração sanguínea de glicose (GALYEAN; RIVERA, 2003). Isso causa um aumento da osmolaridade (quantidades de sólidos dissolvidos no fluído ruminal), a qual colabora com o processo de acidificação ruminal por inibir a absorção de ácidos graxos de cadeia curta pelo rúmen (OWENS et al., 1998).

Quando ocorre essa alteração na osmolaridade e acidez ruminal, acontece alteração no equilíbrio existente entre dois grupos de bactérias, as produtoras de lactato (*Streptococcus bovis* e *Lactobacillus spp.*) e as utilizadoras de lactato (*Selenomonas ruminantium, Anaerovibrio spp., Megasphaera elsdenii* e *Propionibacterium spp.*). A espécie *Streptococcus bovis* possui rápida taxa de crescimento (dobra a população a cada 24 minutos) e de degradação do amido (McALLISTER et al., 1990), o que explica o grande desenvolvimento dessa espécie no estágio inicial da acidose.

A acidose ruminal reflete o desbalanço entre a produção, utilização pelos microrganismos e absorção ruminal de ácidos orgânicos, o que promove acúmulo não fisiológico desses ácidos no rúmen, com consequente redução no pH para valores abaixo de 5,6. Essa redução no pH apresenta significante impacto sobre a atividade dos microrganismos, função ruminal, bem como sobre a produtividade e saúde dos animais (NAGARAJA; LECHTENBERG, 2007).

Como alternativa para minimizar tais riscos e manter os níveis produtivos, a utilização de aditivos alimentares para bovinos confinados se tornou imprescindível na manipulação da fermentação ruminal e manutenção da saúde animal. Segundo Nagaraja et al. (1997), os objetivos da manipulação da fermentação ruminal são melhorar os processos benéficos e minimizar, alterar ou excluir os processos ineficientes que causem prejuízos tanto para os microrganismos do rúmen quanto para o animal.

2.3. Utilização de aditivos para ruminantes

De acordo com a Instrução Normativa nº 13/04 (alterada pela Instrução Normativa nº 44/15) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, o termo aditivo refere-se aos produtos destinados à alimentação animal, sendo substância, microrganismo ou produto formulado. O aditivo deve ser adicionado intencionalmente aos produtos e melhorar as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhorar o desempenho dos animais sadios ou ter efeito anticoccidiano.

Dentre os aditivos utilizados para a alimentação animal estão os seguintes grupos funcionais: 1-digestivo: substância que facilita a digestão dos alimentos ingeridos, atuando sobre determinadas matérias-primas destinadas à fabricação de produtos para a alimentação animal; 2-equilibradores da microbiota: microrganismos que formam colônias ou outras substâncias definidas quimicamente que têm um efeito positivo sobre a microbiota do trato digestório;3-melhoradores/promotores de desempenho/crescimento: substâncias que melhoram os parâmetros de produtividade (MAPA, 2015).

A utilização de aditivos em dietas de confinamento tem sido crescente no Brasil. Segundo levantamento realizado por Oliveira e Millen (2014), 99,2% dos confinamentos utilizam algum tipo de aditivo na formulação de suas dietas, sendo os principais aditivos os antibióticos ionóforos e não-ionóforos, leveduras, probióticos e tamponantes.

2.4. Antibióticos ionóforos

A utilização de antibióticos na alimentação animal teve início na década de 50, objetivando-se a cura e prevenção de patologias por meio da exclusão de microrganismos competidores de substrato no trato gastrintestinal. Mesmo com a utilização de pequenas doses, obtinha-se sucesso no crescimento, conversão alimentar e prevenção de infecções nos animais, o que surpreendia os produtores (MATOS, 2008).

Na década de 70, teve início a utilização de uma nova classe de antibióticos, os ionóforos. Resultantes da fermentação de vários tipos de actinomomicetos, eles são produzidos principalmente por bactérias do gênero *Streptomyces* (REIS, 2006).

Em 1971, foi aprovada a utilização do ionóforo monensina sódica para aves, com o objetivo de controle da coccidiose, e, em 1975, o Food and Drug Administration aprovou a sua utilização para bovinos confinados, como promotor de crescimento (McGUFFEY, 2001).

De acordo com Austic e Smith (1980), ionóforo é um termo genérico aplicado a um número de compostos do grupo dos antibióticos denominados poliésteres, contendo um radical carboxílico, o qual facilita a difusão de íons através de barreiras lipídicas, como as membranas celulares, sendo úteis no controle da acidose ruminal, pois deprimem ou inibem os microrganismos gram-positivos que são produtores primários de ácido lático, sem impedir a utilização deste por bactérias gram-negativas como *Megasphaera Elsdenii* e *Selenomonas ruminantium* (NAGARAJA; TAYLOR 1987).

Os ionóforos são altamente eficientes na inibição de microrganismos grampositivos e apresentam pouca ou nenhuma atividade contra microrganismos gramnegativos, uma vez que estes possuem uma camada lipídica externa que contém porinas, as quais não permitem a passagem dos ionóforos pela membrana celular, enquanto os microrganismos gram-positivos não possuem esta camada externa, possibilitando o livre acesso dos ionóforos pela membrana celular (NAGARAJA et al., 1997)

Conforme mencionado anteriormente, o mecanismo de ação dos ionóforos está relacionado com fatores estruturais da parede celular, a qual é responsável por regular o balanço químico entre o meio interno e externo da célula, sendo o equilíbrio mantido por um mecanismo chamado bomba iônica. O ionóforo ao se ligar ao cátion de maior afinidade, o transporta através da membrana celular para dentro da célula, a qual utiliza o mecanismo da bomba iônica na tentativa de manter sua osmolalidade. A célula utiliza sua energia de forma excessiva, até deprimir as suas reservas. Desta forma, os ionóforos afetam o crescimento das bactérias gram positivas e acabam favorecendo, por diminuição da competição pelo substrato, o crescimento das bactérias gram negativas (RANGEL et al., 2008).

Como consequência desta seleção microbiológica provocada pelos ionóforos, tem-se uma mudança nos padrões ruminais com aumento da eficiência energética, principalmente, em função do aumento da produção do ácido propiônico, da redução da relação acetato/propionato e diminuição da produção de metano, além da diminuição da produção de ácido lático e redução nas perdas de aminoácidos que

seriam potencialmente fermentados no rúmen (McGUFFEY et al., 2001). Além disso, as proporções de metano no rúmen são reduzidas, caracterizando menores perdas de energia, que segundo Nagaraja et al. (1997) podem chegar a 10% em um sistema normal de alimentação, sem uso de aditivos melhoradores de eficiência nutricional. O conjunto destas mudanças resulta em melhor retenção de energia pelo ruminante com reflexos positivos à sua performance produtiva.

Os ionóforos também provocam uma diminuição na catálise de peptídeos no rúmen, aumentando o escape destes para o intestino delgado (DE GOES, 2004) com redução do N amoniacal (OSCAR et al., 1987), resultando em vantagens no aporte de aminoácidos pelo animal hospedeiro, podendo contribuir para o desempenho animal.

Muitas revisões sobre os ionóforos já foram realizadas, algumas descrevendo seu modo de ação (SCHELLING, 1984; RUSSELL; STROBEL, 1989), outras o seu efeito sobre a utilização dos nutrientes (SPEARS, 1990), e o desempenho dos animais terminados em confinamento (GOODRICH et al., 1984).

Atualmente, existem mais de 120 tipos diferentes de ionóforos, apesar de apenas a monensina, lasalocida, salinomicina, Narasina e laidlomicina serem aprovadas para uso em dietas de ruminantes (REIS, 2006). A utilização dos ionóforos é consagrada na nutrição de ruminantes, principalmente em dietas contendo alta participação de concentrado, sendo os efeitos decorrentes de seu uso bem relatados na literatura. Esses aditivos também são os mais utilizados nos confinamentos brasileiros, correspondendo a 93,3%, de acordo com Oliveira e Millen (2014).

Os ionóforos diminuem as concentrações molares de acetato e butirato e aumentam as concentrações de propionato. Segundo Hungate (1966) e Chalupa (1977), a produção de propionato pela fermentação ruminal é mais eficiente que a de acetato, em virtude da não produção de metano. O propionato tem o potencial de ser utilizado na gliconeogênese e oxidação pelo ciclo do ácido cítrico, podendo ser mais flexível como fonte de energia do que o acetato. Havendo mais substrato para a glicólise, há vantagens energéticas para o ruminante.

Além de modificar as concentrações de AGCC no rúmen, os ionóforos também atuam diminuindo a produção de metano pelos microrganismos ruminais. Segundo Wolin (1960), o balanço estequiométrico de AGCC, gás carbônico (CO₂) e CH₄ indicam que a síntese de acetato e butirato promove a produção de CH₄, enquanto a de propionato reduz o hidrogênio, reduzindo, portanto, a produção de metano.

Outro benefício causado pelo uso desses aditivos, principalmente em sistemas intensivos de produção, está relacionado à prevenção do aparecimento de distúrbios alimentares. Quando a população de bactérias produtoras do ácido lático, como a *Streptococcus bovis*, torna-se maior do que a de utilizadoras, como *Selenomonas ruminantium*, o ácido lático se acumula no rúmen. Os ionóforos diminuem a produção deste ácido (inibindo bactérias gram-positivas como *Streptococcus bovis*), atenuando a queda de pH e a incidência de distúrbios digestivos como acidose lática (De Goes, 2004).

Spears (1990) revisou os efeitos da administração de ionóforos na digestão e absorção de nutrientes e observou que a adição de monensina gerou um aumento médio de 2,0% na digestibilidade aparente de energia, relatando também que a digestibilidade da fibra em bovinos alimentados com alto teor de concentrado foi frequentemente aumentada. Segundo o mesmo autor, os resultados observados sugerem que o efeito dos ionóforos na digestibilidade da fibra parecem depender da fonte de fibra utilizada, assim como da composição da dieta. Ao sumarizar os efeitos dos ionóforos na digestibilidade aparente do nitrogênio em bovinos, observou aumentos de 3,5% em média. Quanto à digestibilidade total do amido no trato gastrointestinal, relatou que ela geralmente não foi afetada por ionóforos. Apesar disso, a monensina reduziu a porcentagem de amido digerido no rúmen e aumentou a quantidade de amido digerido no intestino.

Quando animais são alimentados com dietas com alta proporção de concentrado, os ionóforos podem deprimir a ingestão voluntária dos alimentos em 10,7% e em condições de pastejo, podem incrementar a ingestão em até 15% (SCHELLING, 1984; RODRIGUES, 2000). Segundo Rogers e Davis (1982), a diminuição na ingestão voluntária provavelmente ocorre em função do aumento do tempo de retenção da matéria seca no rúmen, enquanto que há a possibilidade deste efeito ser devido à ação do ácido propiônico como substância responsável pela regulação da saciedade em ruminantes.

Quanto ao desempenho dos bovinos suplementados com monensina, Goodrich (1984) realizou uma extensa revisão, na qual compilou dados de 228 experimentos com monensina, que envolveram mais de 11.000 animais, com dose média de 31,8 mg de monensina/kg de matéria seca e descreveu efeitos estatisticamente significativos para o aumento de ganho de peso diário (1,6%), diminuição de consumo de alimento (6,4%) e melhora na conversão alimentar (7,5%), além de observar que

bovinos consumindo dietas com alta energia metabolizável apresentaram uma resposta maior à monensina do que àqueles consumindo dietas com energia metabolizável menor.

2.5. Antibióticos não-ionóforos

Dentre os antibióticos utilizados como aditivos alimentares para ruminantes, os menos problemáticos geralmente são aqueles com baixa absorção pelo epitélio intestinal, devido à menor concentração de resíduos nos alimentos (carne e leite) e ao menor período de carência para o abate (MANTOVANI, 2006).

Dentre os antimicrobianos promotores de crescimento autorizados para uso em bovinos pelo MAPA, a virginiamicina é o antibiótico não-ionóforo mais utilizado nos últimos anos para bovinos no Brasil (SITTA, 2016).

A Virginiamicina é um antibiótico da classe das estreptograminas produzido pela bactéria *Streptomyces virginiae*, originalmente encontrada em solos belgas (DeSOMER e Van DIJCK, 1955 apud PAGE, 2003). É um composto natural formado por dois componentes químicos distintos: fator M (C28H35N3O7) e fator S (C43H49N7O10) (CROOY e DE NEYS, 1972).

A atividade antibacteriana da Virginiamicina depende da interação sinérgica de seus dois componentes (fator M e fator S), uma vez que cada fator individualmente tem atividade contra bactérias, mas quando os dois são combinados na razão 4:1 respectivamente, a atividade se torna muito mais forte (VANDERHAEGHE e PARMENTIER, 1960).

A Virginiamicina é ativa principalmente contra bactérias gram-positivas, sendo a maioria das bactérias gram-negativas resistentes a estreptograminas devido à impermeabilidade da parede celular (PAGE, 2003). A Virginiamicina atua penetrando na parede celular das bactérias gram-positivas e ligando-se a uma unidade ribossomal, inibindo a formação da ligação peptídica durante o processo de síntese proteica bacteriana. Assim, processos metabólicos são rompidos causando redução no crescimento bacteriano (bacteriostase) ou morte bacteriana (atividade bactericida) (COCITO, 1979).

Segundo Rogers et al. (1995), a Virginiamicina é um aditivo que ajuda a estabilizar a fermentação ruminal diminuindo as variações de ingestão de matéria seca. O efeito sobre o padrão ruminal é semelhante aos ionóforos, reduzindo a

produção de metano e ácido lático, elevando o propionato e diminuindo a degradação proteica. Sendo assim, auxilia na prevenção de acidoses, ruminites e formação de abscessos hepáticos. Este último ocorre por possuir ação sobre a *Fusobacterium necrophorum*, agente causador desta doença (Coe et al., 1999).

A utilização da Virginiamicina em dietas tem apresentado efeitos positivos sobre o ganho de peso e a eficiência alimentar de animais ruminantes e não-ruminantes e quando utilizado em dietas de bovinos de corte, este antibiótico tem apresentado maior efeito na diminuição da produção do lactato que antibióticos ionóforos (LANNA; MEDEIROS, 2007).

Rogers et al. (1995) testaram diferentes doses de Virginiamicina (11; 19,3 e 27,6 ppm) em dietas com aproximadamente 90% de concentrado e observaram que a utilização de Virginiamicina propiciou uma redução na ingestão de matéria seca, aumento no ganho de peso e maior eficiência alimentar em relação ao tratamento controle. Observando também que a dose de 27,6 ppm que obteve a melhor eficiência alimentar (+3,87%). Neste estudo, as doses de 19,3 e 27,6 ppm foram mais eficazes em reduzir a incidência de abscessos hepáticos.

Coe et al. (1999) avaliaram diferentes doses de Virginiamicina (17,5 e 25 ppm) em dietas com 85% de concentrado, na produção de AGV, lactato e amônia. A Virginiamicina, de um modo geral, foi eficiente na diminuição da concentração de acetato e aumento concentração de propionato. Naquele estudo, a dose de 17,5 ppm foi mais eficiente em reduzir acetato, proporcionando um decréscimo de 14,73% deste ácido em relação ao tratamento controle. A dose de 25 ppm foi mais eficiente na redução de amônia (-1,40%), aumento de propionato (+22,05%) e diminuição de butirato (-15,89%). Neste estudo, a Virginiamicina não atuou sobre a concentração de lactato.

Ives et al. (2002) relataram que, para bovinos confinados com dietas com teores altos de concentrado, a Virginiamicina foi eficaz para reduzir a deaminação de aminoácidos no rúmen, o que pode favorecer o fluxo de proteína para o intestino do animal.

A utilização de antibióticos ionóforos e não-ionóforos foi extensivamente estudada, sendo os resultados consistentes em demonstrar incrementos na fermentação ruminal e, consequentemente, no desempenho animal. Estudos têm apontado uma possível potencialização de seus efeitos positivos quando esses aditivos são combinados (SILVA et al., 2004; NUÑES, 2008), sendo esta combinação

uma ferramenta importante, principalmente em dietas com alta inclusão de concentrado, onde o desafio metabólico imposto ao animal é alto.

2.6. Utilização de antibióticos combinados

Nos últimos anos tem aumentado a utilização da combinação de antibióticos ionóforos e não-ionóforos como possibilidade de potencializar os benefícios obtidos individualmente com cada aditivo, devido principalmente ao aumento da proporção de concentrado nas dietas. Segundo Oliveira e Millen (2014), em 35,3% confinamentos brasileiros que utilizam aditivos secundários em suas dietas são utilizados antibióticos não-ionóforos como aditivo secundário. Em levantamento semelhante realizado por Millen et al. (2009), a utilização de antibióticos não-ionóforos como aditivo secundário representava apenas 6,7% dos confinamentos, evidenciando um aumento de 526,8% em um curto espaço de tempo.

Em trabalho desenvolvido por Silva et al. (2004) foi observado aumento no ganho de peso diário na ordem de 17,9% de bovinos terminados utilizando a combinação de salinomicina com virginiamicina em relação ao tratamento controle, efeito esse não observado para os antibióticos fornecidos isoladamente. Também foi observado que os aditivos isoladamente apresentaram menor consumo de matéria seca, em relação à combinação dos mesmos (10,1; 10,2 e 11,3 kg/dia, respectivamente).

Sitta (2011) analisou o efeito de diferentes aditivos sob o desempenho de tourinhos Nelore recebendo dietas com alto teor de concentrado e observou que a combinação entre monensina e virginiamicina (30 e 15ppm, respectivamente) foi mais eficaz em promover melhoria no desempenho dos animais do que o uso destes aditivos isoladamente, havendo redução da ingestão de matéria seca e aumento da eficiência alimentar com a combinação destes dois aditivos.

Nuñez et al. (2013) testaram dois tipos de dietas, uma com 73% e a outra com 91% de concentrado, as quais continham 13 ppm de salinomicina e duas doses de virginiamicina (0 e 15 ppm). A presença dos aditivos proporcionou uma diminuição da ingestão de matéria seca (-8,91%) e melhora na eficiência alimentar (+12,82%), sendo que a combinação de aditivos resultou em melhor desempenho animal em relação ao fornecimento de salinomicina exclusiva.

Por outro lado, há uma crescente preocupação dos consumidores com relação à qualidade dos produtos que consomem e, nesse sentido, o uso de aditivos

antibióticos nas dietas animais tem sido alvo de contestações, em razão de que o fornecimento de pequenas doses desses produtos poderia causar uma possível seleção de microrganismos resistentes a seus princípios ativos.

2.7. Restrições a utilização de antibióticos

Relatos referentes a resistência de microrganismos a antibióticos utilizados como promotores de crescimento são antigos. STARR e REYNOLDS (1951) relataram a resistência à estreptomicina em perus, enquanto, BARNES (1958), constatou a resistência à tetraciclina em frangos.

As estruturas de alguns promotores de crescimento, como avoparcina, virginiamicina e avilamicina, são semelhantes às estruturas de antibióticos de última geração desenvolvidos para uso humano, vancomicina, pristinamicina e ziracina, respectivamente. Bactérias resistentes a esses antibióticos foram encontradas no trato gastrintestinal de aves e suínos (ANDREOTTI & NICODEMO, 2004).

Nos últimos anos a utilização de antibióticos tem sofrido diversas restrições, principalmente pela União Europeia, que, através do Regulamento nº 1831/2003, determinou a proibição da utilização de antibióticos e cocciodiostáticos como aditivos alimentares para bovinos. Tal medida almeja prevenir os efeitos de uma possível relação entre o aumento da incidência de microrganismos resistentes aos antibióticos, observada na medicina humana e a utilização destas substâncias nas rações animais (MARINO et al, 2009). A Organização Mundial da Saúde (OMS) também considera o uso de antibióticos na produção animal um risco crescente para a saúde humana, tanto que, no ano 2000, organizou uma reunião com o objetivo desenvolver princípios globais para minimizar o impacto negativo de saúde pública associados ao uso de antimicrobianos em animais de produção, proporcionando utilização segura e eficaz.

O Food and Drugs and Administration (FDA), a fim de garantir o uso criterioso de antimicrobianos, através das Guidances for Industry (GFI #209 de 2012 e GFI #213 de 2013), orientou as indústrias americanas a eliminar o uso de antibióticos com a finalidade de promotores de crescimento ou melhoradores a eficiência alimentar de animais de produção e assegurar o uso terapêutico supervisionado dos mesmos.

Diante das restrições impostas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento em dietas de animais de produção e pressões cada vez maiores por parte dos consumidores, tem crescido o interesse pela utilização de substâncias "naturais"

que atuem como promotoras de crescimento, como leveduras, extratos de plantas e enzimas, as quais vem mostrando grande potencial de ação no ambiente ruminal e viabilidade na comercialização, visando substituir os agentes antibióticos convencionais (GOES et al., 2005; WALLACE et al., 2008).

2.8. Probióticos (DFMs)

Devido à ênfase dada à redução do uso de antibióticos como promotores de crescimento, nos últimos anos, houve um crescente aumento no interesse pela utilização de aditivos microbianos na alimentação animal. O FDA dos Estados Unidos descreve o termo DFM (direct-fed microbials) como "fonte natural de microrganismos (viáveis)". Por solicitação do FDA, os fabricantes de tais aditivos passaram a utilizar a denominação DFM em substituição ao termo probiótico, sendo que bactérias, fungos e leveduras se enquadram na categoria de DFMs (SITTA 2011).

A suplementação de ruminantes com aditivos microbianos apresenta como objetivo aumentar o desempenho animal. A adição de DFMs poderia beneficiar inicialmente no período de adaptação ao confinamento, uma vez que na transição dos animais do pasto para o confinamento há situações de estresse, como o transporte, o manejo e a chegada a um novo ambiente (ELAM, 2003). Esse estresse pode alterar a microbiota ruminal e intestinal, comprometendo o desempenho animal. Assim sendo, a utilização de DFMs poderia evitar a ocorrência de tais fatores, sendo seu principal objetivo estabelecer e manter o equilíbrio intestinal (KREHBIEL et al., 2003). Além disso, a inclusão deste tipo de aditivo proporcionaria uma melhor eficiência alimentar através de sua ação tanto no rúmen quanto no intestino, sendo propostos os seguintes mecanismos de ação: - supressão do número de células patogênicas através da produção de compostos com atividade antimicrobiana, - alteração do metabolismo microbiano através de alterações na atividade enzimática, - e ainda, estimulação do sistema imune do hospedeiro, através do aumento dos níveis de anticorpos e da atividade dos macrófagos (SAAD, 2006).

2.9. Leveduras

As leveduras, principalmente Saccharomyces cerevisiae, têm sido usadas na alimentação animal há várias décadas como o DFM de maior interesse na nutrição

animal, pelos benefícios que provoca na digestão (ORTOLAN, 2010). Segundo Yousri (1982), as leveduras reúnem características favoráveis, como proteína de alta qualidade (45 a 55%), carboidratos, lipídios e vitaminas do complexo B, além de aminoácidos. No entanto, seus efeitos são muito variáveis e dependentes da dosagem do aditivo e da dieta ingerida (WALLACE, 1994).

Leveduras são utilizadas como aditivo secundário em 35,3% dos confinamentos brasileiros que utilizam aditivos secundários em suas dietas (OLIVEIRA E MILLEN, 2014)

Segundo Barford e Hall (1979), a levedura exerce poder de utilização de oxigênio muito superior à quantidade de oxigênio presente no fluído ruminal. Logo, pode exercer efeitos mesmo com pequenas inclusões. Removendo o oxigênio, favorece as bactérias anaeróbicas (em particular as celulolíticas) propiciando melhor degradação de fibra. Esse efeito positivo na degradação de fibra pode favorecer a ingestão de MS (MARTIN e NISBET, 1992; WALLACE e NEWBOLD, 1992).

De acordo com Martin & Nisbet (1992), as culturas de leveduras podem atuar modificando a fermentação ruminal, fornecendo fatores que estimulem as bactérias do rúmen e absorvendo o oxigênio que entra no ambiente ruminal. Segundo Mutsvangwa et al. (1992), as leveduras envolvem a utilização de metabólitos hidrogenados, aumentando a concentração de propionato e reduzindo a produção de metano. Devido ao fato de as leveduras fornecerem nutrientes, como o ácido málico e outros ácidos dicarboxílicos, estas, por sua vez, estimulam o crescimento de outras bactérias ruminais, em especial as fermentadoras de lactato, podendo reduzir a concentração deste ácido no fluído ruminal (GOMES, 2009) e promover a maior estabilidade do pH.

Além disso, a *Saccharomyces cerevisae* é capaz de estimular o crescimento de bactérias (*Selenomonas ruminantium*) que consomem o ácido lático produzido pelas bactérias amilolíticas (que utilizam o amido) convertendo-o em AGCC, fontes de energia para o animal (MARTIN e STREETER, 1995) (Figura 1).

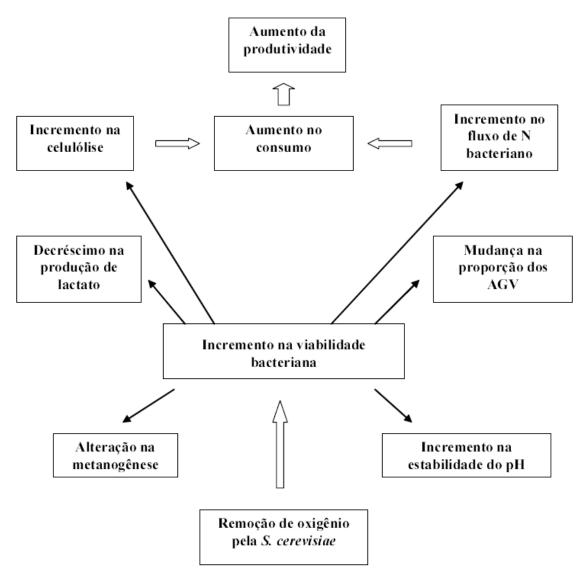


Figura1: Modo de ação das leveduras (WALLACE, 1994)

Segundo Wallace (1994), a utilização de culturas dos fungos *Saccharomyces cerevisiae* e *Aspergillus oryzae*, ou seus extratos, pode melhorar o ganho de peso e a produção de leite com intensidade semelhante aos ionóforos (7,0% - 8,0%), decorrentes da resposta ao aumento na ingestão de matéria seca.

A relação volumoso:concentrado da dieta é um fator determinante no efeito das leveduras. Carro et al. (1992), trabalhando com diferentes níveis de concentrado, observaram que os efeitos benéficos da adição de leveduras sobre os parâmetros da fermentação e degradação da fibra se manifestaram com o maior nível de concentrado (70%).

Gurita (2007) desenvolveu um trabalho utilizando bovinos de corte alimentados com dois tipos de dietas (52% Volumoso/48% Concentrado – P1; e posteriormente,

25% Volumoso/75% Concentrado – P2) com ou sem leveduras. Em ambos os experimentos foram encontrados maiores ganhos de peso para o tratamento com levedura ativa, sendo que em P1 o ganho se elevou de 1,195 para 1,380 e em P2 de 1,100 para 1,448 kg/animal/dia. Segundo o autor, essas expressivas diferenças de ganho ocorreram devido às maiores produções de AGCC obtidas, assim como melhorias nos padrões ruminais que definem a funcionalidade dos microorganismos, aumentando o consumo de MS e o ganho de peso.

Erasmus et al. (2009) realizaram uma meta-análise para observar o efeito da monensina sódica, leveduras *Saccharomyces cerevisiae* e a combinação de ambos aditivos na produção de bovinos de corte, utilizando 15 ensaios, incluindo dados de 1.875 animais, para análise de ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar. Foi observado que o GPD dos animais que não receberam nenhum tipo de aditivo foi menor do que aqueles suplementados com leveduras, monensina ou com a combinação dos dois aditivos, sendo que a conversão alimentar dos bovinos suplementados com leveduras, monensina ou a combinação de ambos não diferiu entre si, mas foi melhor do que a dos animais não suplementados. Segundo os autores, os resultados sugerem que leveduras e monensina sódica apresentam efeitos semelhantes sobre o desempenho de bovinos confinados.

2.10. Enzimas

Enzimas são proteínas globulares, de estrutura terciária e quaternária, que agem como catalisadores biológicos, aumentando a velocidade das reações químicas no organismo, sem serem, elas próprias alteradas neste processo (Champe & Harvery, 1989). São altamente específicas para os substratos e dirigem todos os eventos metabólicos. As enzimas digestivas têm um sítio ativo que permite que elas atuem na ruptura de uma determinada ligação química (Penz Júnior, 1998), sob condições favoráveis de temperatura, pH e umidade.

Segundo Guenter (2002), as principais metas da suplementação enzimática para os animais são, remover ou destruir os fatores antinutricionais dos grãos, aumentar a digestibilidade total da ração, potencializar a ação das enzimas endógenas e diminuir a poluição ambiental causada por nutrientes excretados nas fezes.

O uso de enzimas exógenas como forma de melhorar a utilização dos alimentos pelos animais não é recente. Esta tecnologia é muito comum em dietas de suínos e aves, contudo, em dietas para ruminantes, sua utilização é relativamente recente (os primeiros relatos datam da década de 60). Isso porque havia uma crença generalizada de que as enzimas seriam rapidamente degradadas no rúmen antes de promoverem qualquer efeito (BEAUCHEMIN et al., 1999).

Contudo, alguns estudos demonstraram melhoras na digestibilidade de nutrientes com adição de preparados enzimáticos na alimentação de ruminantes (JUDKINS; STOBART, 1988; BEAUCHEMIN et al., 2000; CRUYWAGEN; GOOSEN, 2004).

Pesquisas na área de suplementação de enzimas para ruminantes têm focado, principalmente, nas enzimas fibrolíticas, enquanto que as atividades envolvidas nos processos de digestão do amido têm sido ignoradas (Brito, 2010). Porém, quando o amido representa o principal componente em dietas de animais de alta produção, como em confinamento, o uso de enzimas que manipulem sua digestão no rúmen poderá promover aumento da produtividade (TRICARICO et al., 2008).

Os principais entraves para a utilização de enzimas amilolíticas são decorrentes da percepção de que a digestão do amido pelos ruminantes é extensa e geralmente não limita a produção da mesma forma que a digestão incompleta ou lenta da fibra, além de que a rápida digestão de quantidades excessivas de amido pode levar à acidose ruminal, o que representa um risco em potencial para a inclusão de amilases exógenas na dieta de ruminantes (TRICARICO et al., 2008). No entanto, a excreção de amido nas fezes demonstra ainda um potencial degradabilidade de frações que não foram aproveitadas ao longo do trato digestório, que com o auxílio de enzimas amiloliticas poderiam ser aproveitadas, elevando a eficiência na produção, além de auxiliar na prevenção de distúrbios ruminais e auxiliar na melhora dos padrões fermentativos (TRICARICO et al., 2007).

Tricarico et al. (2007) realizaram três ensaios para examinar os efeitos de um extrato de *Aspergillus oryzae* (AmaizeTM, Alltech Inc.) contendo atividade de alfa-amilase no desempenho de bovinos de corte em terminação.

No primeiro experimento foram avaliados diferentes alimentos como fonte de volumoso (feno de alfafa ou casca de caroço de algodão), sendo observado efeito da enzima aumentando a área de olho de lombo, porém não foi observado efeito na ingestão de MS, conversão alimentar e ganho médio diário dos animais,

independentemente da fonte de volumoso utilizado. No segundo experimento foram utilizadas novilhas recebendo milho quebrado ou grão úmido e suplementação e três doses de enzima amilolítica, sendo observado aumento no ganho médio diário, ingestão de MS e também na área de olho de lombo com a adição da enzima. No terceiro experimento os autores avaliaram o efeito da suplementação de amilase no crescimento de novilhos com restrição de ingestão de MS e não sendo encontradas diferenças no ganho médio diário, ingestão de MS e conversão alimentar.

Metwally e Schwarz (2015) avaliaram o efeito de doses crescentes de uma preparação de amilase (Amylase-7B®, Novozymes, Bagsvaerd, Dinamarca) no desempenho e qualidade de carne de bois em terminação recebendo dietas com mais de 36% de amido. A amilase não afetou a ingestão de MS ou o ganho de peso diário, porém aumentou a digestibilidade aparente total da FDN, sem afetar a digestibilidade da MS ou do amido.

Como visto, existem diversos relatos na literatura sobre a utilização de aditivos orgânicos que poderiam ser utilizados como alternativa para a utilização de aditivos antibióticos. No entanto, maiores estudos são necessários para fornecer maior segurança aos diferentes segmentos envolvidos na cadeia produtiva, principalmente em dietas com alta proporção de concentrado.

3. HIPÓTESE

A utilização de aditivos orgânicos é uma alternativa para atender a demanda de não utilização dos aditivos antibióticos na alimentação de bovinos confinados com dietas que apresentem alta proporção de concentrado, sem influenciar o desempenho, as características de carcaça e a qualidade da carne.

4. OBJETIVO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes aditivos alimentares orgânicos ou antibióticos sobre o desempenho, metabolismo ruminal, características de carcaça avaliadas por ultrassom e qualidade da carne de bovinos Nelore confinados recebendo dietas com alta proporção de concentrado.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Experimento 1 – Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne

5.1.1. Animais e instalações

O estudo foi realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo FZEA/USP, em Pirassununga/SP.

O projeto foi aprovado e autorizado de acordo com as normas do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) pelo Comitê de Ética, Bioética e de Bem Estar Animal (Comissão de Ética no Uso de Animais, CEUA) do campus da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (protocolo número 2732130616), bem como pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos (CEPH) do campus da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (parecer número 1.749.686) de acordo com as normas da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde (CONEP/MS).

Foram utilizados 48 bovinos Nelore machos não-castrados, com peso médio inicial de 373±32 kg e idade média de 24 meses, no início do experimento, os quais foram selecionados em fazenda comercial e transportados para as instalações do confinamento experimental da FZEA/USP. Imediatamente após a chegada, os animais foram pesados, desverminados (Ivermectina; 8 ml por animal) e identificados através de brinco numerado.

Os animais foram alojados em um confinamento experimental, dividido em quatro baias contendo portões eletrônicos (*Calan Gates*) que permitem o controle individual da alimentação (Figura 2) e foram submetidos a um período de adaptação às instalações e às dietas com duração de 21 dias.



Figura 2 – Animais nas instalações do confinamento experimental.

5.1.2. Alimentação e avaliações nos animais vivos

O protocolo de adaptação utilizado no presente estudo foi em escadas (Step Up), o qual consistiu em aumento gradual no teor de milho moído e redução no teor de volumoso, sendo o fornecimento ad libitum realizado diariamente as 7h e 15h.

Nos seis primeiros dias os animais receberam dieta com 30% de milho moído, posteriormente 5 dias dieta com 50% de milho moído, dieta com 65% de milho moído por 5 dias e dieta com 75% de milho moído por 5 dias, totalizando os 21 dias do período de adaptação.

Após o período de adaptação os animais passaram a receber dieta contendo 85% de concentrado e 15% de silagem de milho (Tabela 1), formulada com auxílio do software RLM® de formulação de dietas, objetivando-se um ganho médio diário de 1,5 kg, sendo mantidos os horários de fornecimento da adaptação e o sistema ad libitum.

Os animais foram divididos aleatoriamente em quatro grupos após o período de adaptação e alimentados com um dos seguintes tratamentos:

- Aditivo orgânico, contendo aditivo Fator P[®] (AO)
- Aditivo orgânico +Monensina sódica (AO+M)
- Aditivo orgânico + composto de enzimas amilolíticas (AO+E)
- Monensina sódica + Virginiamicina (M+V)

Como fonte de aditivo orgânico foi utilizado o produto comercial Fator-P[®] (Ácido Linoleico 108.9 g/kg, Ácido Oleico 99 g/kg, Colina 40000 mg/kg, Cromo Orgânico 50 mg/kg, Zinco orgânico 1050 mg/kg, Lisina 16400 mg/kg, Metionina 2980 mg/kg, Tirosina 3000 mg/kg, *Saccharomyces cerevisiae* 7 x 10⁸ UFC/kg) (Premix Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil), como fonte de enzimas amilolíticas foi utilizado o produto comercial Amaize[®] (Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda, Araucária, PR, Brasil), como fonte de Monensina Sódica foi utilizado p produto comercial Rumensin[®] (Elanco, São Paulo, Brasil), já como fonte de Virginiamicina foi utilizado o produto comercial V-MAX[®] (Phibro, Guarulhos, Brasil), sendo as doses dos aditivos descritas na Tabela 2.

As doses dos aditivos Monensina sódica e Virginiamicina foram utilizadas visando simular condições práticas adotadas em confinamentos. Já a dosagem do aditivo orgânico e da fonte de enzimas amilolíticas foi determinada seguindo a recomendação de seus fabricantes.

Tabela 1 - Composição percentual e química das dietas experimentais.

Ingredientes (% MS)	% na matéria seca
Silagem de milho	15,00
Milho Grão Seco	75,42
Farelo de Soja 45%	5,97
Ureia	1,16
Núcleo mineral	2,45
NUTRIENTES ¹	
Proteína Bruta, %	13,09
Proteína degradável no rúmen, % MS	8,91
FDNe, % MS ²	10,00
Extrato etéreo, % MS	3,50
Nutrientes digestíveis totais, % MS	78,66
Ca, % MS	0,58
P, % MS	0,32

¹Estimativas segundo o software RLM® de formulação de dietas.

²FDNe: fibra em detergente neutro fisicamente efetiva

Níveis de garantia em 1kg do núcleo mineral; cálcio 108g, fósforo 5 g, sódio 76 g, zinco 800 mg, cobre 260 mg, enxofre 2800 mg, cobalto 24 mg, iodo 12 mg, selênio 9 mg, Manganês 600 mg, magnésio 6000 mg.

Tabela 2 – Doses de aditivos em mg/kg de matéria seca nas dietas experimentais.

A ditivoo		Tratamentos ¹						
Aditivos	AO	AO+M	AO+E	M+V				
Monensina sódica	-	24,4	-	24,4				
Virginiamicina	-	-	-	19,5				
Fator-P [®]	584,8	584,8	584,8	-				
Composto de enzimas – Amaize®	-	-	974,9	-				

¹AO – Aditivo orgânico Fator P[®], AO+M - Aditivo orgânico Fator P[®] + Monensina sódica, AO+E - Aditivo orgânico Fator P[®] + Enzima amilolítica, M+V – Monensina sódica + Virginiamicina.

As sobras foram retiradas, pesadas e amostradas para determinação da matéria seca a cada dois dias. O ajuste da oferta foi realizado diariamente, com base na avaliação visual das sobras, atribuindo-se escores entre -2 e +2, onde, quando era observado escore 0 a oferta era mantida, e a cada ponto de variação positiva ou negativa (+1, +2, -1 e -2), a oferta da dieta era ajustada em 2%, objetivando-se que houvesse uma sobra de aproximadamente 5% do oferecido. A partir dos dados de consumo foi calculada a ingestão de matéria seca (IMS) e a eficiência alimentar (EA), com base nas informações de consumo e ganho de peso.

Os animais foram pesados no início e no final do período experimental após jejum de sólidos e líquidos de aproximadamente 14h. O ganho de peso durante o período de confinamento foi calculado pela diferença entre o peso final e o inicial, dividido pelo número de dias em teste. A cada 28 dias aproximadamente os animais foram avaliados por ultrassonografia.

As características de carcaça foram avaliadas por ultrassonografia, utilizando um equipamento de ultrassom, marca Aloka, modelo SSD 500 Micrus (Aloka Co. Ltd.), com transdutor linear de 3,5 mHz e 172 mm de comprimento. Foram colhidas imagens para determinação da área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGSU) entre a 12ª e a 13ª costelas e sobre o músculo *Bíceps femoris* entre o ílio e o ísquio, para a determinação da espessura de gordura sobre este ponto (EGPU).

Durante o período de adaptação, três animais foram removidos do experimento por problemas de adaptação às instalações.

5.1.3. Abate, dados de carcaça e coleta de amostras

Após 88 dias de confinamento os animais foram transportados por aproximadamente 200 km para serem abatidos em frigorífico comercial (Frigorífico Dom Glutão; Ibitinga/SP), sob regime de inspeção federal. O abate foi realizado de acordo com procedimentos humanitários, conforme exigido pela legislação brasileira.

Durante o processo de abate foram avaliados os pesos da gordura renal, pélvica e inguinal (GRPI) e as meias carcaças foram pesadas individualmente para determinação do peso de carcaça quente (PCQ) e encaminhadas para a câmara fria.

Após 24 horas de resfriamento (0 a 2 °C; Figura 3) foram medidos o pH (pH24) e a temperatura das carcaças (T24) com auxílio de um peagâmetro digital portátil, com sonda de penetração da marca Hanna Instruments, modelo HI99163. A meia-carcaça direita foi dividida na região entre a 12ª e a 13ª costelas onde foram retiradas 4 amostras (2,5 cm de espessura cada) do músculo *Longissimus dorsi*, no sentido caudo-cranial, para realização de análises de composição química e qualidade instrumental e sensorial da carne. As amostras foram identificadas e embaladas a vácuo individualmente e maturadas (0-4 °C) por quatorze dias.



Figura 3 – Carcaças na câmara fria, após 24h de resfriamento.

5.1.4. Perdas por exsudação e cocção, cor, força de cisalhamento e lipídios totais

Ao final do período de maturação, as amostras foram retiradas das embalagens e deixadas em exposição ao ambiente por 20 minutos para determinação da cor

objetiva utilizando o sistema CIELab (CIE, 1976), onde L* é o croma associado à luminosidade (L*=0 - preto, 100 - branco), a* é o croma que varia do verde (-) ao vermelho (+), e b*, que varia do azul (-) ao amarelo (+). A medida da cor foi realizada em três pontos distintos da amostra utilizando um espectrofotômetro portátil da marca Minolta (CM2500d, Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japão; Figura 4). A fonte de luz utilizada foi o padrão de D65, ângulo de observação de 10° e abertura da célula de medida de 30 mm. O aparelho foi previamente calibrado de acordo com as especificações do fabricante. Os valores de cor foram considerados como a média das três leituras.



Figura 4 - Avaliação da cor da carne.

Posteriormente foi inserido um termômetro no centro geométrico de cada amostra e as mesmas foram colocadas em forno elétrico industrial (Modelo F130/L – Fornos Elétricos Flecha de Ouro Ind. e Com. Ltda, São Paulo, Brasil) a 170°C até atingirem temperatura interna de 40°C, quando foram viradas e permaneceram até atingir a temperatura interna de 71°C, conforme recomendado pela American Meat Science Association (AMSA, 2015).

Após retiradas do forno, as amostras permaneceram em temperatura ambiente (22°C) até resfriarem, sendo pesadas novamente para determinação das perdas por cocção (PPC). Após pesadas, as mesmas foram envolvidas em filme plástico e colocadas em geladeira (4 a 6°C) por 12 horas, quando foram retirados 6 a 8 cilindros (1,27 cm de diâmetro) de cada amostra, no sentido paralelo ao das fibras. Em seguida, os cilindros foram submetidos a análise de força de cisalhamento utilizando-se o equipamento TMS-PRO analisador de textura (Food Technology Corporation,

Sterling, Virginia, USA) acoplado com um dispositivo de cisalhamento Warner–Bratzler com velocidade fixada em 200 mm/min (AMSA, 2015). A força de cisalhamento de cada amostra foi considerada como a média das 6 a 8 repetições.

Foi realizada análise de lipídios totais, sendo utilizadas amostras cruas retiradas do centro geométrico das peças, as quais foram totalmente trituradas em um processador (Modelo Mixer Walita RI1364). Após trituradas, foram pesados 3 g de amostra e colocados em um erlenmeyer, e adicionados os reagentes de acordo com protocolo de extração pela metodologia (BLIGH; DYER,1959, com modificações citadas por REZENDE, 2009).

5.1.5. Teste de aceitação pelo consumidor

As análises sensoriais foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA – USP), em cabines individuais, com utilização de iluminação vermelha.

Foi utilizado um teste afetivo, no qual participaram 100 consumidores, não treinados, selecionados ao acaso, de acordo com o interesse na participação no teste. A avaliação foi realizada utilizando-se painel sensorial consumidor e escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de "detestei" (nota 1) a "adorei" (nota 9) para as características de aroma, sabor, textura, suculência e aceitabilidade global (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

As amostras de carne foram colocadas em forno elétrico a 170°C até atingirem a temperatura interna final de 71°C, monitoradas por termopares individuais. Em seguida, foram cortadas em paralelepípedos de 1,0 x 1,0 x 2,5 cm e mantidos em bandejas em estufa (60°C) até o momento da degustação. As amostras foram disponibilizadas, uma de cada vez, codificadas com três números aleatórios acompanhados de um copo de água e um biscoito tipo água e sal, para ser utilizado pelo provador entre as amostras para limpar o paladar (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999), sendo disponibilizadas quatro amostras a cada provador (uma de cada tratamento) de maneira aleatorizada.

5.1.6. Análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (peso inicial), com quatro tratamentos e 12 repetições para os tratamentos M+V e AO,11 repetições para o tratamento AO+E e 10 repetições para o tratamento AO+M. O efeito dos tratamentos foram considerados como efeito fixo e os blocos como efeito aleatório.

Para os atributos sensoriais, além dos efeitos descritos no modelo anterior, também foi incluído o provador como efeito aleatório.

As características de carcaça avaliadas por ultrassonografia, foram avaliadas como medidas repetidas no tempo.

Para análise de todas as características foi utilizando o procedimento *Mixed do software* SAS® (SAS Institute Inc., Cary, NC) e quando verificado efeito significativo dos tratamentos (P<0,05), as médias foram comparadas pelo teste T de Student através do procedimento PDIFF.

4.2. Experimento 2 – Metabolismo ruminal

4.2.1. Animais e alimentação

Foram utilizados oito novilhos da raça Nelore, com cânulas ruminais, com peso médio de 350 kg e idade de aproximadamente 24 meses. Os animais foram mantidos em baias individuais com piso cimentado, bebedouros automáticos e cochos de alvenaria.

Os animais foram alimentados com uma das quatro dietas utilizadas no experimento 1, em um delineamento em quadrado latino 4 x 4 duplicado. O experimento dividiu-se em quatro períodos de 21 dias, sendo 16 dias de adaptação às dietas, 4 dias para o ensaio de degradabilidade ruminal e 1 dia de colheita de líquido ruminal. Os animais foram submetidos a um período de adaptação às instalações e às dietas de 15 dias.

A alimentação foi realizada diariamente as 8h e 16h, sendo as sobras retiradas, pesadas e amostradas para determinação da matéria seca a cada dois dias. O ajuste da oferta foi realizado diariamente, com base na avaliação visual das sobras, para que houvesse uma sobra de aproximadamente 5% do oferecido.

4.2.2. Degradabilidade ruminal

A degradabilidade ruminal *in situ* foi realizada de acordo com Orskov e McDonald (1979) com o auxílio de sacos de náilon de 10 x 20 cm e poros de 50 μm (Ankom, R1020-10 x 20 cm, forage bags, 14502, NY, Estados Unidos). Os sacos de náilon foram pesados individualmente e numerados. Após este procedimento, foram adicionadas as amostras das dietas de forma a resultar em aproximadamente 0,025g de amostra por cm² do saco de náilon. As amostras foram previamente secas a 65°C por 48 horas e moídas em moinho com peneira de 2 mm.

No tempo zero, ou seja, antes da alimentação, os sacos de náilon foram mergulhados em água aquecida a 39°C por 15 minutos conforme técnica descrita por Cummins et al. (1983).

Em seguida, os sacos de náilon foram inseridos no rúmen às 08h00 do primeiro dia de coleta e incubados durante 1.5, 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas após a alimentação dos animais no décimo sétimo dia do período experimental. Após a retirada, os sacos de náilon foram lavados em água corrente, até que a água fluísse límpida, e posteriormente secos em estufa a 65°C por 48 horas.

Após a secagem, os sacos foram pesados para determinação da degradabilidade da matéria seca. Os dados de degradabilidade, calculados através da diferença de pesagens dos sacos antes e após a incubação, foram ajustados segundo a equação $p = a + b (1 - e^{-ct})$ (ØRSKOV; MCDONALD, 1979), onde p é a quantidade degradada ao tempo (t), a representa a fração rapidamente solúvel, b é a fração potencialmente degradável e c a taxa de degradação na qual a fração descrita por b será degradada por hora. As constantes a, b e c da equação exponencial foram utilizadas para calcular a degradabilidade potencial (a + b) e a degradabilidade efetiva (De) calculada através da seguinte fórmula (AFRC, 1992): De $= a + (b \times c)/(c + k)$, onde k representa a taxa de saída do rúmen por hora, sendo utilizadas taxas iguais a 0.02/h, 0.05/h e 0.08/h.

4.2.3. pH e ácidos graxos de cadeia curta

As coletas de líquido ruminal foram realizadas no vigésimo primeiro dia de cada período experimental às 0, 3, 6 e 9 horas após o fornecimento das dietas.

Para determinação do pH ruminal, foram retiradas alíquotas de 40 mL de líquido ruminal, as quais foram analisadas imediatamente após coleta utilizando um peagâmetro digital portátil da marca Hanna Instruments, modelo HI 9125.

Para as determinações das concentrações ruminais de AGCC, alíquotas de 40 mL das amostras de líquido ruminal foram congeladas a -18 °C, imediatamente após as coletas, para posterior análise.

As concentrações de AGCC no fluido ruminal foram medidas por cromatografia em fase gasosa (GC-2014, Shimadzu, Japão), através de uma coluna capilar (Stabilwax ®, Restek, EUA) a 145°C (isotérmica) e um injetor split/splitless e detector dual FID a 250°C, utilizando o método descrito por Erwin et al. (1961), adaptado por Getachew et al. (2002). Foi utilizado gás hélio como gás de arraste, o ar sintético como comburente e o hidrogênio como combustível. As amostras foram descongeladas a temperatura ambiente e centrifugadas a 14500 rotações por minuto durante 10 min. O sobrenadante (800 ul) foi transferido para um frasco seco e limpo com 200 ul de ácido fórmico 98-100% PA ACS e 100 uL do padrão interno (ácido 2-etil-butírico 100 mM, Chemservice, USA). O padrão externo foi preparado com ácidos acético, propiônico, isobutírico, butírico, isovalérico e valérico (Chemservice, USA). O software GCSolution ® (Shimadzu, Japão) foi utilizado para os cálculos.

4.2.4. Análises estatísticas

O delineamento experimental foi em quadrado latino 4 x 4 duplicado com quatro tratamentos e quatro períodos, sendo considerados os efeitos fixos de quadrado e tratamento, bem com suas interações e os afeitos aleatórios de animal e período. Foi utilizado animal aninhado dentro de tratamento e período como erro termo.

Para análise das características foi utilizando o procedimento *Mixed do software* SAS® (SAS Institute Inc., Cary, NC) e quando verificado efeito significativo dos tratamentos (P<0,05), as médias foram comparadas pelo teste T de Student.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como esperado, o peso vivo inicial foi semelhante entre os tratamentos. O peso vivo final, o ganho médio diário, IMS em kg e % do PV, assim como a eficiência alimentar não foram influenciados pelos tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias de quadrados mínimos, erro padrão da média (EPM) e probabilidades (Pr>F) das características de desempenho em função dos tratamentos.

	Tratamentos ¹					
Características					- EPM	Pr>F
Caracterioticae	AO	AO+M	AO+E	M+V	v.	1 121
	n =12	n = 10	n =11	n =12		
Peso inicial, kg	369,5	379,2	370,9	374,5	8,87	0,8830
Peso final, kg	492,8	494,6	485,7	495,2	13,54	0,9588
Ganho médio diário, g/dia	1400,0	1312,0	1304,6	1372,3	97,90	0,8712
Ingestão de matéria seca, kg/dia	10,7	9,8	10,1	9,8	0,47	0,5115
Ingestão de matéria seca, % peso vivo	2,5	2,3	2,4	2,3	0,07	0,1455
Eficiência alimentar, g.kg ⁻¹	130,4	130,2	127,9	139,2	7,48	0,6998

¹AO – Aditivo orgânico Fator P[®], AO+M - Aditivo orgânico Fator P[®] + Monensina sódica, AO+E - Aditivo orgânico Fator P[®] + Enzima amilolítica, M+V – Monensina sódica + Virginiamicina.

A semelhança no desempenho dos animais evidenciou que os aditivos orgânicos apresentam efeitos semelhantes aos aditivos antibióticos testados sobre o desempenho de bovinos confinados recebendo dietas com alta proporção de concentrado, o que pode ser justificado pela semelhança da IMS em kg/dia e % do PV (Tabela 3) entre os tratamentos, bem como pela semelhança entre os tratamentos para a degradabilidade potencial da MS (Tabela 4).

Assim sendo, a utilização dos aditivos orgânicos testados apresenta-se como uma alternativa para manutenção do nível produtivo e eficiência alimentar dos animais confinados com dietas com alta proporção de concentrado, atendendo a demanda de não utilização de aditivos antibióticos convencionais e diminuindo o risco de seleção de microrganismos resistentes a seus princípios ativos, sem prejudicar a produtividade.

Possivelmente, o complexo enzimático, na dosagem utilizada, não foi suficiente para aumentar a lise de moléculas de amido e, consequentemente, a disponibilidade de nutrientes no rúmen, uma vez que não foi observado efeito do tratamento AO+E sobre a degradabilidade potencial e porção não degradável da matéria seca (Tabela

4). No entanto, em se tratando de uma dieta com alta degradabilidade, composta por milho moído, farelo de soja e silagem de milho, a degradabilidade do componente energético não se caracteriza como limitante. Dessa forma, é importante ressaltar que o complexo enzimático utilizado pode ser eficaz para animais que recebam dietas onde o componente energético apresente baixa degradabilidade.

Tabela 4 - Médias de quadrados mínimos, erro-padrão da média (EPM) e probabilidades (Pr>F), das características de degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), em função dos tratamentos.

Variável ²		Tratam	Média	EPM	Pr>F		
variavei	AO ¹	AO+M	AO+E	M+V	ivieuia	□F IVI	F1>F
De 2	76,6	77,3	73,2	76,8	75,9	2,2	0,1777
De 5	62,2	64,6	58,2	62,9	61,9	3,3	0,0628
De 8	54,4	57,0	50,3	54,8	54,1	3,3	0,0655
Degradabilidade							
potencial (%)	96,1	92,4	96,0	93,0	94,4	2,4	0,4284
Porção Não-							
degradável (%)	3,9	7,6	4,0	7,0	5,6	2,4	0,4284

¹AO – Aditivo orgânico Fator P[®], AO+M - Aditivo orgân4ico Fator P[®] + Monensina sódica, AO+E - Aditivo orgânico Fator P[®] + Enzima amilolítica, M+V – Monensina sódica + Virginiamicina.

Os dados de fermentação ruminal obtidos com a administração dos diferentes aditivos encontram-se na Tabela 5, havendo efeito de tempo (P<0,05) apenas para as concentrações molares de ácido isobutirico e isovatérico, não sendo observada interação tratamento*tempo para nenhuma das variáveis analisadas.

O pH ruminal está estreitamente relacionado com a composição da dieta. Em dietas com alto teor de amido, o acúmulo de ácido lático é a principal causa da queda do pH ruminal, sendo as bactérias *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus spp* suas principais produtoras (ANNISON e BRYDEN, 1998). Houve efeito dos tratamentos sobre o pH ruminal, onde o tratamento M+V apresentou maior pH ruminal em relação aos demais (P<0,05). No entanto, todos os tratamentos apresentaram médias de pH consideradas normais para um bom funcionamento ruminal (6,2).

O antibiótico Virginiamicina foi eficiente para controlar a proliferação das bactérias produtoras de ácido lático em bovinos (THOMILEY et al.,1994), minimizando assim a queda no pH ruminal, conforme observado neste estudo, sendo a habilidade das leveduras e dos ionóforos em controlar as concentrações de ácido lático no rumem também relatadas na literatura (BARTLEY et al., 1979, WILLIAMS et al., 1991).

² Fração a = fração rapidamente solúvel; Fração b = fração potencialmente degradável; Fração c = taxa horária de degradação da fração potencialmente degradável; De – degradabilidade efetiva para taxas de passagem 0,02, 0,05 e 0,08/h.

Para que haja uma fermentação ruminal adequada, algumas condições ruminais são de grande importância; dentre elas a manutenção do pH entre 5,5 e 7,2 (MARINO et al. 2009). No presente estudo não foi observado para nenhum dos tratamentos nos horários avaliados pH igual ou inferior a 5,6 (dados não mostrados), indicando assim que os aditivos orgânicos foram eficientes para a manutenção do pH ruminal dentro da faixa adequada para a fermentação ruminal, evitando distúrbios metabólicos.

Desta forma, pode-se caracterizar os aditivos orgânicos testados como seguros em dietas com alta proporção de concentrado, o que também é evidenciado pela semelhança entre os tratamentos quanto à degradabilidade potencial da matéria seca (Tabela 4), uma vez que a redução no pH ruminal provoca diminuição na atividade das bactérias celulolíticas e consequentemente queda na degradabilidade ruminal da fração fibrosa da dieta (KRAJCARSKI-HUNT et al., 2002).

Tabela 5 - Médias de quadrados mínimos, erro-padrão da média (EPM) e probabilidades (Pr>F), do pH ruminal e concentração de ácidos graxos de cadeia curta em mmol/L, em função dos tratamentos.

Variával	Tratamentos ¹				_	Valor de P			
Variável -	AO	AO+M	AO+E	M+V	EPM	Trat	Hora	Trat*hora	
рН	6,2 ^b	6,2 ^b	6,1 ^b	6,4 ^a	0,11	0,0038	0,0889	0,9144	
Acético	64,3 ^{ab}	69,1 ^a	68,5 ^a	$58,8^{b}$	4,63	0,0059	0,3917	0,9683	
Propiônico	24,9	27,1	29,4	27,2	3,57	0,2986	0,3217	0,9394	
Butírico	16,1 ^a	14,9 ^a	$12,7^{b}$	11,7 ^b	1,38	<0,0001	0,4837	0,5407	
Isobutirico	1,5 ^c	1,8 ^{ab}	1,9 ^a	1,6 ^{bc}	0,14	0,0108	0,0436	0,9643	
Valérico	2,5 ^a	1,8 ^{ab}	1,9 ^{ab}	1,3 ^b	0,41	0,0177	0,1806	0,7590	
Isovalérico	3,5	3,4	3,6	4,0	0,39	0,1818	0,0349	0,9831	
Total	112,9 ^{ab}	118,2 ^a	118,0 ^a	104,6 ^b	7,61	0,0356	0,1130	0,7876	
Ace/Prop	2,8	3,2	2,7	2,5	0,42	0,5783	0,4251	0,5507	

 $^{^1}$ AO – Aditivo orgânico Fator P®, AO+M - Aditivo orgânico Fator P® + Monensina sódica, AO+E - Aditivo orgânico Fator P® + Enzima amilolítica, M+V – Monensina sódica + Virginiamicina.

A maior parte dos nutrientes do alimento, principalmente as fontes energéticas e proteicas, é transformada em AGCC, massa microbiana e em gases, como metano (CH4), dióxido de carbono (CO2) e hidrogênio (H2) (BAKER, 1999), sendo os AGCC as principais fontes de energia para os ruminantes, representando de 75 a 80% da energia originalmente presente nos carboidratos fermentados contribuindo com 50 a 70% da energia digestível do alimento (KOZLOSKI, 2002).

ab Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferiram entre si (P<0,05).

Os aditivos antibióticos são conhecidos por sua capacidade em alterar a concentração molar dos AGCC, aumentando a concentração de ácido propiônico, e diminuindo as concentrações dos ácidos acético e butírico (ELLIS et al., 2012), reduzindo assim, a perda de energia da dieta na forma de metano (APPUHAMY et al., 2013).

Foi observado uma menor concentração molar total de AGCC e de ácido acético no tratamento M+V, quando comparado com os tratamentos AO+M e AO+E não havendo diferença entre o tratamento AO e os demais tratamentos para estas variáveis. A diminuição na concentração de ácido acético pode ser explicada pela potencialização dos efeitos da monensina e virginiamicina quando utilizados em associação, contribuindo juntamente com a menor concentração de ácido butírico para a menor concentração total de AGCC.

Não houve diferença entre os tratamentos para a concentração molar de ácido propiônico e relação acético:propiônico, justificando a semelhança entre os tratamentos para as características de desempenho (Tabela 3) e de carcaça (Tabela 6). Essa semelhança pode ser justificada pelo fato do propionato ser o principal substrato gliconeogênico em ruminantes, sendo essencial para o metabolismo energético. A maior disponibilidade de ácido propiônico contribui para a diminuição do incremento calórico e diminuição da utilização de aminoácidos para a gliconeogênese, possibilitando assim a síntese de proteína corporal (BERCHIELLI; VAZ PIRES; OLIVEIRA, 2011).

Os tratamentos AO e AO+M apresentaram maior concentração molar de ácido butírico com relação aos demais tratamentos, os quais não diferiram entre si. O ácido butírico é apontando como tendo maior capacidade de desenvolver as papilas ruminais em relação aos demais AGCC (NOZIÈRE et al., 2000; MENTSCHEL et al., 2001), aumentando assim a área de absorção, o que pode melhorar a eficiência alimentar (KHIAOSA. R.; ZEBELI. Q., 2014). Resultados de Guan et al.,(2008) mostram que animais eficientes produziram mais AGCC e maior proporção de ácido butírico quando comparados com animais ineficientes. Tais alterações na concentração total de AGCC e na proporção de butirato podem ter contribuído para uma melhor adaptação morfológica das características da parede do rúmen, estimulando a absorção de AGCC em animais eficientes (KHIAOSA. R.; ZEBELI. Q., 2014).

Não houve diferença entre os tratamentos para peso de carcaça, área de olho de lombo, rendimento de carcaça e gordura renal, pélvica e cardíaca (Tabela 6), sendo este resultado já esperado, uma vez que não houve diferença entre os tratamentos para peso vivo final e GMD (Tabela 3). No entanto, houve efeito de tratamento e de tempo (Tabela 6 e Figura 5) nas características avaliadas por ultrassonografia, não havendo interação entre tratamento e tempo. Os animais que receberam o tratamento M+V apresentaram maior EGSU em relação aos demais tratamentos (AO, AO+M e AO+E). Em relação a EGPU, os animais do tratamento AO+E apresentaram menor EGPU em relação aos demais, os quais não diferiram entre si. Foi verificado na variável AOL efeito de tempo (P<0,0001) (Figura 5).

Tabela 6 - Médias de quadrados mínimos, erro-padrão da média (EPM) e probabilidades (Pr>F), das características de carcaça, em função dos tratamentos.

		Tratam				
Características	AO	AO+M	AO+E	M+V	EPM	Pr>F
	n =12	n =10	n =11	n =12		
Peso de carcaça quente, kg	296,4	296,0	290,0	297,8	8,74	0,9256
Área de olho de lombo, cm ^{2*}	64,5	63,6	64,7	65,0	1,03	0,8148
Espessura de gordura subcutânea, mm*	1,8 ^b	1,6 ^b	1,5 ^b	2,3 ^a	0,16	0,0038
Espessura de gordura na picanha, mm*	3,3 ^a	3,2 ^a	$2,4^{b}$	3,7ª	0,24	0,0017
Rendimento de carcaça quente, %	60,3	59,8	59,8	60,0	0,56	0,9075
Gordura renal, pélvica e cardíaca, % do PCQ	2,7	2,7	2,4	2,5	0,17	0,5432

¹AO – Aditivo orgânico Fator P[®], AO+M - Aditivo orgânico Fator P[®] + Monensina sódica, AO+E - Aditivo orgânico Fator P[®] + Enzima amilolítica, M+V – Monensina sódica + Virginiamicina.

A ausência de efeito dos aditivos nas características de carcaça condiz com a literatura tanto para os ionóforos (BERTHIAUME et al., 2006; GOMES, 2009; MEYER et al., 2009; FELIX e LOERCH, 2011) quanto para os probióticos (SWINEY-FLOYD, 1999; GOMES, 2009). No entanto, Tricarico et al. (2007), suplementando novilhas em terminação com α-amilases, em dietas com alta inclusão de milho, verificaram aumento do CMS, do GMD e da área de olho de lombo de carcaça, devido a atividade amilolítica induzir o aumento do CMS, gerando maior disponibilidade de nutrientes para deposição de tecidos constituintes de carcaça. Neste experimento, não foi observado efeito do complexo de enzimas amilolíticas sobre o CMS e GMD, sendo observado menor EGPU quando comparado com os demais tratamentos, indicando que o complexo enzimático alterou negativamente a deposição dos tecidos

ab Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferiram entre si (P<0,05)

^{*} Medidas avaliadas por ultrassonografia durante todo o período experimental (88 dias de confinamento)

constituintes de carcaça, entrando em controvérsia com os resultados apresentados por Tricarico et al. (2007).

As alterações na EGSU e EGPU não estão de acordo com as alterações observadas nos AGCC, uma vez que os tratamentos apresentaram concentração semelhante de ácido propiônico e o tratamento M+V apresentou menor concentração molar total de AGCC e de ácido acético que os demais tratamentos. No entanto, o tratamento M+V apresentou maior EGSU e o tratamento AO+E apresentou menor EGPU.

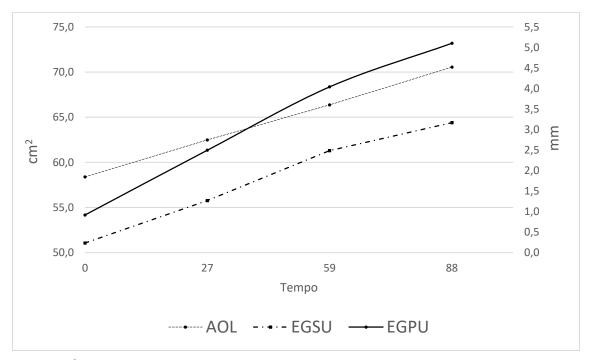


Figura 5: Área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGSU) medidas entre a 12ª e a 13ª costelas e espessura de gordura na picanha (EGPU), avaliadas por ultrassom, em função do tempo de confinamento.

A EGSU é um importante indicador de qualidade do produto final, uma vez que tem função de isolante térmico da carcaça durante o processo de resfriamento, diminuindo a possibilidade de encurtamento das fibras musculares pelo frio e, consequentemente, influenciando a maciez da carne (SAÑUDO et al., 2000).

Assim sendo, a similaridade entre os tratamentos para peso e rendimento de carcaça evidenciam que os aditivos orgânicos foram igualmente eficazes, quando comparados aos aditivos antibióticos, em promover ganhos ao produtor, uma vez que o grande fator de remuneração ao produtor é o peso da carcaça. No entanto, em mercados que ofereçam remuneração diferenciada quanto à cobertura de gordura nas carcaças, os dados sugerem que os animais devam ser mantidos em confinamento

por maiores períodos para alcançar a mesma cobertura de gordura do tratamento M+V.

Entre as características relacionadas para qualidade da carne, não foi observado efeito dos tratamentos sobre as características de cor (L*, a* e b*), pH24, força de cisalhamento e lipídios totais (Tabela 7).

Segundo MUCHENJE et al.,(2009), a cor da carne é o fator mais importante na tomada de decisão de compra pelo consumidor. Assim sendo, os resultados demostram que a carne de todos os tratamentos apresentou-se igualmente atrativas ao consumidor, além de se caracterizarem igualmente macias considerando 45 N (Newton) como valor limite de WBSF para considerar uma carne macia (ASTM, 2011), uma vez que a força de cisalhamento média foi de 43,02 N.

Tabela 7 - Médias de quadrados mínimos, erro-padrão da média (EPM) e probabilidades (Pr>F), das características qualitativas da carne, em função dos tratamentos.

		Tratar				
Características	AO	AO+M	AO+E	M+V	EPM	Pr>F
	n =12	n =10	n =11	n =12		
pH 24 horas	5,9	5,7	5,7	5,6	0,08	0,1618
Cor L*	40,1	40,3	42,0	42,5	1,12	0,4844
Cor a*	13,0	14,4	14,0	14,8	0,71	0,2957
Cor b*	12,7	13,2	13,4	14,0	0,78	0,7022
Perdas por cocção, %	18,7 ^b	23,0 ^a	24,1 ^a	23,2 ^a	1,38	0,0306
Força de cisalhamento, N	35,7	51,0	45,1	40,3	4,06	0,0709
Lipídios totais, %	1,3	1,6	1,5	1,3	0,17	0,6151

¹AO – Aditivo orgânico Fator P[®], AO+M - Aditivo orgânico Fator P[®] + Monensina sódica, AO+E - Aditivo orgânico Fator P[®] + Enzima amilolítica, M+V – Monensina sódica + Virginiamicina.

^{ab} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferiram entre si (P<0,05).

As perdas por cocção foram menores no tratamento AO, em comparação aos demais (Tabela 7). De acordo com YU et al. (2005), as PPC representam as perdas totais de água, gordura, proteínas e minerais devido o encolhimento das proteínas musculares durante a cocção (actina e miosina). Segundo MUCHENJE et al. (2009), podem variar de 13,1 a 34,5 na carne de bovinos. Assim sendo, todos os valores encontrados se encontram dentro da faixa normal para PCC. Espera-se que estas perdas sejam as menores possíveis, pois, além de representar as perdas nutricionais da carne, estão diretamente relacionadas com o rendimento da carne no momento do preparo. Assim sendo, o tratamento AO apresentou-se mais vantajoso ao consumidor.

O aroma e o sabor da carne avaliados pelo teste de aceitação do consumidor não foram alterados pelos tratamentos (P>0,05; Tabela 8).

Tabela 8 - Médias de quadrados mínimos, erro-padrão da média (EPM) e probabilidades (Pr>F), das características de avaliadas em painel sensorial, de acordo com os tratamentos.

Caractarística		Tra	– EPM	Pr>F		
Característica	AO AO+M AO+E M+		M+V	- EPIVI	FI>F	
Aroma	6,4	6,4	6,3	6,3	0,15	0,7266
Textura	6,9 ^a	6,9 ^a	6,5 ^{ab}	6,1 ^b	0,15	0,0003
Suculência	6,7 ^a	6,8 ^a	6,6 ^a	6,0 ^b	0,16	0,0003
Sabor	6,5	6,5	6,3	6,2	0,16	0,2143
Qualidade global	6,7 ^a	6,8 ^a	6,6 ^{ab}	6,3 ^b	0,14	0,0140

¹AO – Aditivo orgânico Fator P[®], AO+M - Aditivo orgânico Fator P[®] + Monensina sódica, AO+E - Aditivo orgânico Fator P[®] + Enzima amilolítica, M+V – Monensina sódica + Virginiamicina.

ab Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferiram entre si (P<0,05).

A carne dos animais dos tratamentos AO, AO+M e AO+E receberam maiores escores para suculência, quando comparadas com o tratamento M+V (P<0,05). Segundo LAWRIE (2005), a suculência é diretamente correlacionada com as perdas por cocção, sendo a umidade presente na carne durante a mastigação, juntamente com o efeito estimulante da gordura sobre a salivação, os grandes componentes organolépticos da suculência. Assim sendo, os maiores escores não estão de acordo com as alterações observadas nas características qualitativas da carne (Tabela 7), uma vez que apenas o tratamento AO apresentou menor PPC, havendo similaridade entre os tratamentos quanto à concentração de lipídios totais.

Houve efeito dos tratamentos sobre a textura da carne, onde os animais dos tratamentos AO e AO+M apresentaram maiores escores que o tratamento M+V (P<0,05), não havendo diferenças para o tratamento AO+E. Esses resultados são coerentes com os escores para qualidade global da carne, porém diferem dos dados de força de cisalhamento, a qual não diferiu entre os tratamentos.

6. CONCLUSÃO

O uso de aditivos orgânicos pode ser uma alternativa ao uso dos antibióticos tradicionais na terminação de bovinos confinados com dietas com alta proporção de concentrado, sem alterar os níveis produtivos, sugerindo possível melhora na aceitação pelo consumidor.

No entanto, estudos adicionais são necessários para avaliar a utilização de tais aditivos em diferentes grupos de animais e sob diferentes regimes de alimentação.

7. REFERÊNCIAS BIBIOGRAFICAS

AARESTRUP, F. M.; BAGER, F.; JEMSÉN, N. E.; MADSEN, M.; MEYLING, A.; WEGENER, H. C. Surveillance of antimicrobial resistance in bacteria isolated from food animals to antimicrobial growth promoters and related therapeutic agents in Denmark. **Acta Pathologica, Microbiologica et Immunologica Scandinavica**, Kobenhavn, v. 106, n. 6, p. 606-622, 1998.

ADAMS, A. L.; HARRIS, B. J. R.; VAN HORN, H. H.; WILCOX, C. J. Effects of varying forage types on milk production responses to whole cottonseed, tallow, and yeast. **Journal of Dairy Science**, v.78, p. 573-581, 1995.

A.F.R.C. Technical Committee on Responses to Nutrients. Report No.9. **Nutritive requirements of ruminants animals**: Protein. Nutrition Abstracts and Reviews, v. 62, n. 12, p. 787-835, 1992.

American Meat Science Association (AMSA). Research guidelines for cookery, sensorial evaluation and instrumental tenderness measurements of meat. National Livestock and Meat Board, Chicago, IL, 2015.

American Society for Testing and Materials International (ASTM). **Standard specification for tenderness marketing claims associated with meat cuts derived from beef**, West Conshohocken, PA, 2011.

ANDREOTTI, R.; NICODEMO, M. L. F. **Uso de antimicrobianos na produção de bovinos e desenvolvimento de resistência**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, p. 50. 2004.

ANNISON, E. F. and BRYDEN, W. L. Perspectives on ruminant nutrition and metabolism. **Nutrition Reseach Review**, 11, p 173 – 198, 1998.

APPUHAMY, J. A. D. N.; STRATHE, A. B.; JAYASUNDARA, S.; WAGNER-RIDDLE C.; DIJKSTRA, J.; FRANCE, J.; KEBREAB, E. Anti-methanogenic effects of monensin in dairy and beef cattle: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science 96**, 1-13, 2013.

Associação Brasileira das Industrias Exportadoras de Carne (ABIEC). **Relatório anual do perfil da pecuária no Brasil**, 2016. Disponível em: http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf. Acessado em janeiro de 2017.

AUSTIC, R. E.; SMITH, J. B. Interaction of ionophores with nutrients. In: **GEORGIA NUTRITION CONFERENCE**, Athens. Proceedings... Athens: The University of Georgia, 1980. GA. 2-10, 1980.

BAKER, S. K. Rumen methanogens and inibition of methanogenesis. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 50, p. 1293-1298, 1999.

BARFORD, J. P.; HALL, R. J. An examination of the crabtree effect in Saccharomyces cerevisiae: the role of respiratory adaptation. **Journal of General Microbiology**, London, v.114, p. 267-275, 1979.

BARNES, E. M. The effect of antibiotic supplements on the faecal streptococci (Lancefield group D) of poultry. **Br. Vet. J.** 114:333–344, 1958.

BARTLEY, E. E.; HEROD, E. L.; BECHTLE, R. M.; SAPIENZA, D. A.; BRENT, B. E.; DAVIDOVICH, A. Effect of monensin or lasalocid, with and without niacin or amicloral, on rumen fermentation and feed efficiency. **Journal of Animal Science**, v. 49, p. 1066-1075, 1979.

BEAUCHEMIN, K. A.; RODE, L. M.; KARREN, D.; CANADA, A.; BOX, P. O. **Use of feed enzymes in feedlot finishing diets**. n. October 1996, 1999.

BEAUCHEMIN, K. A.; RODE, L. M.; MAEKAWA, M.; MORGAVI, D. P.; KAMPEN, R. Evaluation of a Nonstarch Polysaccharidase Feed Enzyme in Dairy Cow Diets. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 3, p. 543–553, 2000.

BERCHIELLI TT, VAZ PIRES A, OLIVEIRA S G (Eds) 'Nutrição de ruminantes'. 2nd ed.; Funep, Jaboticabal, 2011.

BERTHIAUME, R.; MANDELL, I.; FAUCITANO, L.; LAFRENIÈRE. Comparison of alternative beef production systems based on forage finishing or grain-forage diets with or without growth promotants. Feedlot performance, carcass quality, and production costs. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 2168-2177, 2006.

BLIGH, E C.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid. Extraction and purification. **J. Biochem. Physion.** v. 37, p. 911-917, 1959.

Brito, Fernando de Oliveira **Níveis de complexo enzimático em dietas para ruminantes**. Pirassununga, 2010. 82 p. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) -- Faculdade de Zootecnia eEngenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo, 2010

BROWN, M.S.; PONCE, C.H; e PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to high concentrate diets: Performances and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v. 84 (E. Suppl.). p.25-33, 2006.

BRUINSMA, J. The resource outlook to 2050. By how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? Expert Meeting on How to Feed the World in 2050. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Economic and Social Development Department. 2009.

CARARETO R (2011) 'Fontes de nitrogênio, níveis de forragem e métodos de processamento de milho em rações para tourinhos da raça Nelore terminados em confinamento.' Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura —Luiz de Queirozll, Universidade de São Paulo, Brasil.

- CARRO, M.D.; LEBZIEN, P.; ROHR, K. Effects of yeast culture on rumen fermentation, digestibility and duodenal flow in dairy cows fed a silage based diet. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 32, p. 219-229, 1992.
- CHALUPA, W. Manipulating rumen fermentation. **Journal of Animal Science**, Albany, v.45, p.585, 1977.
- CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. Enzimas. In: **Bioquimica Ilustrada**, 2 ed. São Paulo: Artes médicas, 1989. 446p. p53-66.
- COCITO, C. Antibiotics of the virginiamycin family, inhibitors which contain synergistic components. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, Washington, v. 43, p. 145-192, 1979.
- COE, M.L.; NAGARAJA, T.G.; SUN, Y.D.; WALLACE, N.; TOWNE, E.G.; KEMP, K.E.; HUTCHESON, J.P. Effect of virginiamycin on ruminal fermentation in cattle during adaptation to a high concentrate diet and during an induced acidosis, **Journal of Animal Science**, Savoy, v.77, p. 2259-2268, 1999.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE ECLAIRAGE (CIE) (1976) 'Colorimetry.' (2nd edn) Viena.
- CROOY, P.; DeNEYS, R.J. Virginiamycin: nomenclature. Crooy. **Journal of antibiotics.** Tokyo, v.25, p. 371, 1972.
- COSTA, F. A. A.; Efeitos da suplementação da dieta com diferentes aditivos no metabolismo ruminal em bovinos zebuínos. 2003. 58f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP, 2001.
- CRUYWAGEN, C. W.; GOOSEN, L. Effect of an exogenous fibrolytic enzyme on growth rate, feed intake and feed conversion ratio in growing lambs. South African **Journal of Animal Sciences**, v. 34, n. 6SUPPL.2, p. 71–73, 2004.
- CUMMINS, K.A. et al. Nitrogen degradability and microbial protein synthesis in calves fed diets of varying degradability by the bag technique. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.66, n.11, p.2356-2364, 1983.
- DE GOES, R. H. de T. e B. Aditivos de alimento para bovinos suplementados a pasto. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n. 43, 2004, Belo Horizonte-MG: UFMG. p. 34-45.
- DEHORITY B A (2003) 'Rumen microbiology'. Nottingham University Press Nottingham, UK.
- ELAM, N. A.; GLEGHORN, J. F.; RIVERA, J. D.; GALYEAN, M. L.; DEFOOR, P. J., BRASHEARS, M. M.; YOUNTS-DAHL, S. M. Effects of live cultures of Lactobacillus acidophilus (strains NP45 and NP51) and Propionibacterium freudenreichii on performance, carcass, and intestinal characteristics, and Escherichia coli O157 shedding of finishing beef steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, p. 2686- 2698, 2003.

- ELLIS, J. L.; DJJKSTRA, J.; BANNINK, A.; KEBREAB, E.; HOOK, S. E.; ARCHIBEQUE, S.; FRANCE, J. Quantifying the effect of monensin dose on the rumen volatile fatty acid profile in high-grain fed beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 2717-2726, 2012.
- ERASMUS, L.J.; COERTZEL, 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, suppl. 2, 2009.
- ERWIN, W.S.; MARCO, G.J.; MERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.44, p.1768-1771, 1961.
- FELIX, T. L.; and LOERCH, S. C. Effects of haylage and monensin supplementation on performance, carcass characteristics, and ruminal metabolism of feedlot cattle fed diets containing 60% dried distillers grains. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2614-2623, 2011.
- FDA 2012. **Guidance for Industry #209**: The judicious use of medically important antimicrobial drugs in food-producing animals.
- FDA 2013. **Guidance for Industry #213**: new animal drugs and new animal drug combination products administered in or on medicated feed or drinking water of food-producing animals: recommendations for drug sponsors for voluntarily aligning product use conditions with GFI #209.
- FERNANDES, L. B. Efeitos da adição de ácidos graxos essenciais em dietas com dois níveis de feno de gramínea e película de soja sobre o metabolismo e digestão ruminal em bovinos. 2001. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade de São Paulo, Pirassununga-SP, 2001.
- FERREIRA, C. M.; BONIFÁCIO, K. C. Atividade antimicrobiana. Estudo in vivo da atividade antimicrobiana do gel de papaína a 0,4%, detergente de mamona a 10%, hipoclorito de sódio a 5% utilizados como soluções irrigantes em Endodontia. Ribeirão Preto: USP, Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, 1996. 83 p. (Monografia)
- FULLER, R. Probiotics in man and animals. **Journal of Applied Bacteriology,** v. 66, p. 365-378, 1989.
- GALYEAN, M.; RIVERA, J. Nutritionally related disorders affecting feedlot cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.83, p.13-20, 2003.
- GARCIA, 2013. Avaliação *in vitro* de diferentes aditivos sobre a emissão de metano, a degradabilidade da matéria seca, a produção de gases, e as concentrações de amônia e ácidos graxos voláteis. 2013. 34f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa –MG, 2013.

- GETACHEW, G., MAKKAR, H. S. P. BECKER, K. Tropical browses: contents of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and in vitro gas production. **Journal Agriculture Science**, v.139, p. 341–352, 2002.
- GOES, R.H.T.B.; ALVES, D.D.; VALADARES FILHO, S.C.; MARSON, É.P. Utilização de aditivos alimentares microbianos na alimentação de bovinos de corte e leite: Revisão. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologicas**. v.8, n. 1, p. 47-56, 2005.
- GOMES, C. T. 'Aditivos (monensina sódica, levedura e probióticos) para bovinos da raça Nelore terminados com rações com concentrado rico em coprodutos.' Dissertação (Mestrado em Ciências) Escola superior de Agricultura —Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Brasil, 2009.
- GOODRICH, R.D.; GARRET, J.E.; GHAST, D.R; KIRICH, M.A.; LARSON, D.A.; MEISKE, J.C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 58, p. 1484-1498, 1984.
- GUENTER, W. **Pratical experience with the use of enzymes**. Capturado em 15 de dezembro de 2015. Online. Disponível na Internet http://www.idrc.ca/books/focus/821/chp6.html.
- GUAN, L. L.; NKRUMAH, J. D.; BASARAB, J. A.; MOORE, S. S. Linkage of microbial ecology to phenotype correlation of rumen microbial ecology to cattle's feed efficiency. **FEMS Microbiol. Letters,** v. 288, p. 85-91, 2008.
- GURITA, A. G. Supplementing beef cattle with Yea-Sacc^{®1026} to improve performance and carcass characteristics: an ecological alternative to antibiotic use. In: **ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM ABSTRACTS OF POSTERS PRESENTED**, 2007, Lexington, KY. Proceedings... Lexington: ALLTECH, p. 73, 2007.
- HUNGATE, R.E. **The Rumen and its Microbes**. New York: Academic Press,, 1966. 206p.
- HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Albany, v.75, p.852-867, 1997.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatistica (IBGE) **Produção pecuária municipal**. Rio de Janeiro, 2015.
- IVES, S.E.; TITGEMEYER, E.C.; NAGARAJA, T.G.; DelBARRIO, A.; BINDEL, D.J.; HOLLIS, L.C. Effects of virginiamycin and monensin plus tylosin on ruminal protein metabolism in steers fed corn-based finishing diets with or without wet corn gluten feed. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 80, p. 3005-3015, 2002.
- JUDKINS, M. B.; STOBART, R. H. Influence of two levels of enzyme preparation on ruminal fermentation, particulate and fluid passage and cell wall digestion in wether

lambs consuming either a 10% or 25% grain diet. **Journal of animal science**, v. 66, p. 1010-1015, 1988.

KHIAOSA, R.; ZEBELI, Q. Cattle's variation in rumen ecology and metabolism and its contributions of feed efficiency. **Livestock Science**, v. 162, p. 66-75, 2014.

KOZLOSKI, G. B. 'Bioquímica dos ruminantes.' (Universidade Federal de Santa Maria). 2002.

KRAJCARSKI-HUNT, H. PLAIZIER, J. C.; WALTON, J. P.; SPRATT, R.; MCBRIDE, B. W. Short communication: Effect of subacute ruminal acidosis on in situ fiber digestion in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 570-573, 2002.

KREHBIEL, C.R.; RUST, S.R.; ZHANG, G.; GILLILAND, S.E. Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: performance response and mode of action. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, suppl. 2, p. E120-E132, 2003.

LANNA, D. P. D.; ALMEIDA, R. A terminação de bovinos em confinamento. **Visão Agricola**, v. 3, p. 55 – 58, 2005.

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

LAWRIE, R. A. 'Ciência da carne' / LAWRIE, R. A trad. JANE MARIA RUBENSAM. (6nd edn). (Artmed: Porto Alegre), 2005.

MANTOVANI, H. C. Perspectivas da utilização de antibióticos na produção de bovinos. In: **VIII Simpósio sobre Nutrição de Bovinos**, 8. Piracicaba, Anais... Piracicaba-SP: FEALQ. p. 249-276, 2006.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aditivos melhoradores de desempenho e anticoccididanos registrados na CPAA/DFIP. Disponível em:http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/arquivos-de-insumos-pecuarios/ADITIVOSAUTORIZADOSCOMOMDeANTICOCCIDIANOS201525abrilPortalMAPA.pdf.Acesso em: janeiro de 2017.

MARINO, C. T.; OTERO, W. G.; BASTOS, J. P. S. T.; ARRIGONI, M. D. B.; RODRIGUES, P. H. M. Preparado de anticorpos policionais como aditivo alimentar para bovinos. **Archivos. Zootecnia**, v. 58, p. 109-119, 2009.

MARTIN, S.A.; NISBET, D.J. Symposium: direct-fed microbials and rumen fermentation. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 75, n. 6, p. 1736-1744, 1992.

MARTIN, S A.; STREETER, M N. Effect of Malate on In Vitro Mixed Ruminal Microorganism Fermentation. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 2141-2145, 1995.

MATOS, B.C. Uso de aditivos na pecuária leiteira: revisão. **PUBVET**, Londrina, v.2, n.9, Ed. 20, 2008. Disponível em: http://www.pubvet.com.br/material/Matos161.pdf. Acesso em: 20 dez. 2015.

McALLISTER, T.A. et al. Digestion of barley, maize, and wheat by selected species of ruminal bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, v.56, p.3146-3153, 1990.

McGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 84, suppl. E, p. 194-203, 2001.

MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Embrapa — Brasilia/ DF, 2015.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3 ed. New York: CRC, 1999. 281 p.

MENTSCHEL, J.; LEISER, R.; MULLING, C.; PFARRER, C.; CLAUS, R. Butyric acid stimulates rumen mucosa development the calf mainly by a reduction of apoptosis. **Arch. Anim. Nutr.** v.55, p. 85-102, 2001.

METWALLY, A. E.; SCHWARZ, F.J. Effect of the Feed Enzyme Amylase on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Meat Quality of Beef Cattle. **Global Veterinaria**. v. 15, p. 522-531, 2015.

MEYER, N. F.; ERICKSON, G. E.; KLOPFENSTEIN, T. J.; GREENQUIST, M. A.; LUEBBE, M. K.; WILLIANS, P.; ENGSTROM, M. A. Effect of essential oils, tylosin and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation and digestibility. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 2346-2354, 2009.

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**, v. 87, p. 3427-3439, 2009.

MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P.E.; HUGO, A.; RAATS, J.G. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. **Food Chemistry,** v. 112, p. 279–289, 2009.

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**, Bletchley, v. 55, p. 35- 40, 1992.

NAGARAJA, T.G.; TAYLOR, M.B. Susceptibility and resistance of ruminal bacteria to antimicrobial feed additives. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 53, p. 1620, 1987.

- NAGARAJA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; VAN NEVEL, C.J. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON PN, STEWART CS (1997) **The rumen microbial ecosystem**. London: *Blackie Academic and Professional* 523-632, 1997.
- NAGARAJA, T.G; LECHTENBERG, K. F. Acidosis in feedlot cattle. Veterinary Clinics of North America: **Food Animal Practice**, v.23, p.333-350, 2007.
- NOZIÈRE, P.; MARTIN, C.M.; REMOND, D.; KRISTENESEN, N.B.; BERNARD, R.; DOREAU, M. Effect of composition of ruminally infused short-chain fatty acids on net fluxes of nutrientes across portal-drained viscera in underfed ewes. **British Journal of Nutrition**, v. 83, p. 521 531, 2000.
- NUNEZ, A.J.C.; CAETANO, M.; BERNDT, A.; DEMARCHI, J.J.A.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. Uso combinado de ionóforo e virginiamicina em Novilhos Nelore comfinados com dietas de alto concentrado. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 45., 2008. Lavras. Anais... Lavras: Aptor Softwerw, 2008. 1 CD-ROM.
- NUNEZ, A.J.C.; CAETANO, M.; BERNDT, A.; DEMARCHI, J.J.A.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. Combined use of ionophore and virginiamycin for finishing Nellore steers fed high concentrate diets. **Scientia Agricola**, v. 70, p. 229-236, 2013
- OLIVEIRA, C.A.; MILLEN, D.D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 64–75, 2014.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighted according to rate of passage. **Journal Agriculture Science**, v. 92, p. 499-503, 1979.
- ORTOLAN, J H. **Efeito de aditivos no metabolismo ruminal e parâmetros sanguíneos em bovinos**. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Brasil, 2010.
- OSCAR, T.P.; SPEARS, J.W.; SHIH, J.C.H. Performance, methanogenesis and nitrogen metabolism of finishing steers fed monensin and nickel. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 64, p. 887-896, 1987.
- OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Albany, v.75, p.868-879, 1997.
- OWENS, F.N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v.76, p.275- 286, 1998.
- PADUA, J.; MIYAGI, E. S.; RESTLE, J.; VIEIRA, L. S.; GRECO, L. F.; NUNES, A. G.; GONZAGA, B. C. F.; FERNANDES, L. B. Desempenho de quatro grupos genéticos de bovinos de corte mantidos a pasto, utilizando suplementação com e

- sem aditivo. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 40., Santa Maria. Anais... Santa Maria, RS, 2003.
- PAGE, S.W. Mode of action. In: PAGE, S.W. (Ed.). **The role of enteric antibiotics in livestock production**. Canberra: Avcare, 2003. p.1-2, 2-14.
- PENZ JÚNIOR, A.M. Enzimas em rações para aves e suínos. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 35, 1998, Botucatu-SP. p.165-178.
- PRESTON, R.L. 'Management of high concentrate diets in feedlot.' In: **SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE** p. 89-91 (CBNA Campinas), 1988.
- RANGEL, A. H.; LEONEL, F. P.; SIMPLÍCIO, A. A.; MENDONÇA JÚNIOR, A. F. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.2, p.173-182, 2008.
- REIS, R.A.; MORAIS, J.A.S.; SIQUEIRA, G.R. Aditivos alternativos para a alimentação de Ruminantes. In: **CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL**, 2., São Paulo. Anais... São Paulo: CBNA, 2006. p. 1-40.
- REZENDE, F.M. 'Prospecção da influência de marcadores genéticos sobre características de crescimento, carcaça e qualidade de carne em bovinos da raça Nelore.' Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Brasil, 2009.
- RIVERA, A. R.; BERCHIELLI, T. T.; MESSANA, J. D.; VELASQUEZ, P. T.; FRANCO, A. V. M.; FERNANDES, L. B. Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.3, p.617-624, 2010.
- ROBINSON, P.H. and ERASMUS, L.J. Effects of analyzable diet components on responses of lactating dairy cows to Saccharomyces cerevisiae based yeast products: A systematic review of the literature. **Animal Feed Science and Technology,** v. 149, p. 185-198, 2009.
- RODRIGUES, P.H.M. Efeitos dos níveis de monensina e proporções volumosos/concentrados na ração sobre a utilização dos alimentos e parâmetros da fermentação ruminal em animais ruminantes. 2000. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura —Luis de Queiroz||Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- ROGERS, J.A.; DAVIS, C.L. Rumen volatile fatty acid production and nutrient utilization in steers fed a diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 65, p. 944-952, 1982.
- ROGERS, J. A.; BRANINE, M. E.; MILLER, C. R.; WRAY, M. I.; BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L.; GILL, D. R.; PRITCHARD, R. H.; STILBORN, R. P.; BECHTOL,

- D.T. Effects of dietary virginiamycin on performance and liver abscess incidence in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 9-2, 1995
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 55, p. 1-6, 1989.
- SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n.1, p. 1-16, 2006.
- SANTOS, F.A.P.; PEREIRA, E.M.; PEDROSO, A.M. Suplementação energética de bovinos de corte em confinamento. In: **SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE**, 5., 2004. Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 262-297.
- SANTOS, F.A.P.; MOSCARDINI, M.C. Substituição de fontes de amido por subprodutos ricos em pectina ou fibra de alta digestibilidade na ração de bovinos confinados. In: **SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES SAÚDE DO RÚMEN**, 3., 2007. Botucatu. Anais... Botucatu: Universidade Estadual Paulistall Júlio de Mesquita Filholl, 2007. p.31-47
- SANTOS, F.A.P.; CARARETO, R.; MARQUES, R.S. Processamento de grãos para bovinos de corte. In: **SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS**, 9., 2011. Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2011. p. 403-432.
- SAÑUDO, C.; ENSER, M.E.; CAMPO. M.M.; NUTE, G.R.; MARÍA, G.; SIERRA. I.; WOOD, J.D. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, v. 54, p. 339–346, 2000.
- SCHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 61, p. 1518-1527, 1984.
- SILVA, S.L.; ALMEIDA, R.; SCHWAHOFER, D.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. Effects of salinomycin and virginiamycin on performance and carcass traits of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 82, Abstract M166, 2004. SITTA.
- SITTA C (2011) 'Aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) em dietas com altos teores de concentrado para tourinhos da raça Nelore em terminação.' Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Brasil.
- SITTA C (2016) Aditivos (ionóforo e não ionóforo), processamento de grãos de milho e concentrações de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) de silagem de milho em dietas para bovinos em terminação. Tese (Doutorado em Ciência Animal) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Brasil.
- SPEARS, J.W. lonophores and nutrient digestion and absorption in ruminants. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 117. p. 632-638, 1990

STARR, M. P., AND D. M. REYNOLDS. 1951. Streptomycin resistance of coliform bacteria from turkeys fed streptomycin. Pages 15–34 in **Proceedings of the 51st General Meeting**, Society of American Bacteriology, Chicago, IL.

SWINNEY-FLOYD, D.B.A.; GARDNER, T.; OWENS, F.N.; REHBERGER, T.; PARROT, T. Effect of inoculation with either Propionibacterium strain P-63 alone or combined with Lactobacillus acidophilus strain LA53545 on performance of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 77, suppl. 1, p. 77, 1999.

TRICARICO, J.M.; ABNEY, M.D.; GALYEAN, M.L.; RIVERA, J.D.; HANSON, K.C.; MCLEOD, K.R.; HARMON, D.L. Effects of a dietary Aspergillus oryzae extract containing alpha-amylase activity on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 145, p. 802–811, 2007.

TRICARICO, J.M.; JOHNSTON, J.D.; DAWSON, K.A. Dietary supplementation of ruminant diets with an Aspergillus oryzae α-amylase. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, p. 136-150, 2008.

UN DESA. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. **World population prospects: the 2008 revision, highligts**. New York, 2009.

United States Department of Agriculture (USDA) **The livestock and poutry: World makets and trace**. 2016. Disponível em: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads; acessado em 17 de janeiro de 2017.

VANDERHAEGHE, H.; PARMENTIER, G. The structure of factor S of staphylomycin. **Journal of the American Chemical Society**, Easton, v. 82, p. 4414, 1960.

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

WALLACE, R.J.; NEWBOLD, D.C.J. Probiotics for ruminants. In: FULLER, R. (Ed.) **The Scientific Basis of the Probiotic Concept**. London,:Chapman Hall, 1992. 317p.

WALLACE RJ, COLOMBATTO D, ROBINSON PH (2008) Enzymes, direct-fed microbials and plant extracts in ruminant nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, p. 1-4, 2008.

WILLIAMS, P.E.V.; TAIT, C.A.G.; INNES, G.M. 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 paterns in the rumen of steers.

Journal of Animal Science, v. 69, p. 3016-3026, 1991.

WOLIN, M.J. A theoretical rumen fermentation balance. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 43, p.1452-1459, 1960.

YOUSRI, R.M. Single cell protein: its potential use for animal and human nutrition. **World Review of Animal Production**, Rome, v. 18, n. 2, p. 49-67, 1982.

YU, L. H.; LEE, E. S.; JEONG, J. Y.; PAIK, H. D.; CHOI, J. H.; KIM, C. J. Effects of thawing temperature on the physicochemical properties of pre-rigor frozen chicken breast and leg muscles. **Meat Science**, v. 71, n. 2, p. 375–82, 2005.