

636.2.084.4

G635 m

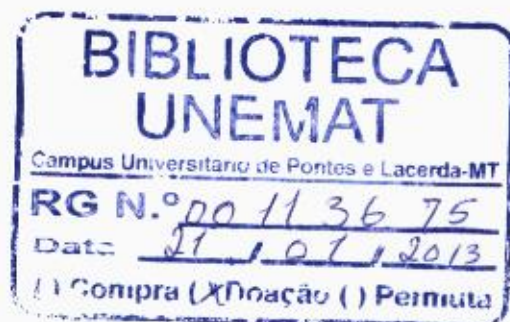
C92459242

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS (PROMOTORES DE CRESCIMENTO)
NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS**

Autor: Bruno Samartino Gonçalves
Orientador: Prof. Me. Deivison Novaes Rodrigues

“Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Zootecnia, apresentado ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Pontes e Lacerda, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.



PONTES E LACERDA
JUNHO/2012

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS (PROMOTORES DE CRESCIMENTO)
NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS**

Autor: Bruno Samartino Gonçalves



Orientador: Deivison Novaes Rodrigues



Membro: Prof. Dr. Luiz Juliano Valério Geron



Membro: Zootecnista Luiz Durvalino Schoenbrger

PONTES E LACERDA
JUNHO/2012

Aos meus pais, José Lima Gonçalves e Silveli Vieira Samartino Gonçalves,
por tudo que significam em minha vida, por todo amor, carinho, atenção,
dedicação e confiança depositados na realização de mais um sonho, e por
não medirem esforços para minha formação pessoal e profissional.

Dedico-lhes de coração.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a DEUS, por estar presente em todos os momentos, participando da minha vida nas alegrias e tristezas, me amparando nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, José Lima Gonçalves e Silveli Vieira Samartino Gonçalves, sem os quais eu não seria ninguém, pois foi através da confiança deles que tive a oportunidade de encarar os diversos desafios impostos sobre minha vida.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, por ter possibilitado a realização do curso.

Ao orientador Professor Me. Deivison Novaes Rodrigues pela participação na formação de minha vida acadêmica, orientando e auxiliando no desenvolvimento do meu conhecimento científico e profissional.

Ao Departamento de Zootecnia e a todo corpo docente da Instituição, em especial a Dra. Jocilaine Garcia, Dr. Luiz Juliano Valério Geron, Me. Eurico Lucas de Souza Neto, Dra. Adriana Fernandes de Barros, Dr. Alexandre Agostinho Mexia, Ma. Tatiani Botini e também ao Dr. Luiz Carlos Tadeu Capovilla e ao Me. Rodrigo Froede Ruppim que fizeram parte da minha vida acadêmica, pelos ensinamentos, amizade, convívio, confiança e oportunidades oferecidas, eles que são exemplos de profissionalismo e amor à profissão.

Ao restante da minha família, meus primos Ricardo Minholi Samartino, Rafaela Pincerato Gonçalves, Carla Minholi Samartino, que torceram por mim nesses anos todos, me incentivando a sempre continuar.

Aos meus amigos de longas datas, Maroneide Albuquerque Matias, Giovanna Albuquerque Matias, Luiza Albuquerque Matias, Hélder Tarcisio Fornarolli Moreira, Michael Thiago Fornarolli Moreira, entre outros, pelos momentos felizes e não tão felizes que compartilhamos e vivemos juntos.

Aos meus amigos de faculdade, Diogo Francisco Peixoto Oliveira, Diego Araújo da Silva, Renan Lenzi, Douglas Mendonça Valadão, Pedro Esteves Cuiabano, Ricardo Ansaloni de Oliveira, Luiz Durvalino Schoenberger, Andréia Teixeira Firmino, Beatriz Lacerda Carvalho, Karina Ferro Cervelati, Carolina Fourgiotis Rodrigues, Thayná Barcelos Fernandes, Rodrigo Pacheco, e todos os outros que participaram direta e indiretamente da minha vida acadêmica.

*"Existe um tempo certo para cada coisa, momento oportuno para cada propósito
debaixo do sol: tempo de nascer, tempo de morrer, tempo de plantar, tempo de colher"*
(Eclesiastes 3:1-2).

RESUMO

Objetivou-se com esta revisão relatar as características e o mecanismo de ação dos principais aditivos, considerando os benefícios e os riscos de sua utilização na alimentação de bovinos de corte confinados. De modo geral os aditivos são utilizados visando manipular a fermentação ruminal pela seleção de microrganismos, de forma a melhorar a eficiência alimentar, ao aumentar a concentração de ácido propiônico, reduzindo as concentrações de amônia, hidrogênio e ácido láctico. A utilização de alguns aditivos diminui a excreção de compostos nitrogenados e a emissão de metano, que além de serem ineficientes no processo fermentativo do rúmen, constituem em fontes importantes de poluição ambiental e de efeito estufa. O fornecimento de alguns aditivos para bovinos em confinamento promove diminuição no consumo sem alterar o ganho de peso, ocasionando, portanto, redução na conversão alimentar, indicando uma melhora na eficiência alimentar e consequentemente a diminuição dos custos de produção, propiciando assim uma maior rentabilidade ao produtor. Com exceção dos ionóforos que já possuem seu mecanismo de ação bem definido, existe a necessidade de mais estudos sobre os demais aditivos para estabelecer níveis adequados de suplementação, interações entre aditivo e a microbiota com os demais componentes da dieta, tipo de dieta, tipo de animal e, principalmente ação a longo prazo.

Palavras-chave: bovinos, desempenho, fermentação ruminal, mecanismo de ação, produção

ABSTRACT

The objective of this review report the characteristics and mechanism of action of the main additives, considering the benefits and risks of its use in feeding beef cattle. Generally additives are utilized in order to manipulate the ruminal fermentation by the selection of microorganisms in order to improve feed efficiency by increasing the concentration of propionic acid, reducing the concentrations of ammonia, hydrogen and lactic acid. The use of some additives decreases the excretion of nitrogen and methane emissions, which besides being inefficient in the rumen fermentation process, constitute important sources of environmental pollution and greenhouse. The provision of some additives for cattle feedlot promotes a reduction in consumption without changing the weight gain, causing thus a reduction in feed, indicating an improvement in feed efficiency and consequently the reduction of production costs, thereby providing a greater return to producer. With the exception of ionophores that already have their mechanism of action is defined, there is a need for further studies on other additives to establish appropriate levels of supplementation, and additive interactions with other microbial components of the diet, diet type, type of animal and especially long-term action.

Keywords: cattle, performance, ruminal fermentation, mechanism of action, production

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 AMBIENTE RUMINAL	11
2.2 DEFINIÇÕES E NORMAS PARA UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS NO BRASIL	16
2.3 OS PRINCIPAIS ADITIVOS (PROMOTORES DE CRESCIMENTO)	17
2.3.1 Antibióticos ionóforos.....	17
2.3.1.1 Monensina sódica	19
2.3.1.2 Salinomycin sódica	22
2.3.1.3 Lasalocida Sódica	23
2.3.2 Antibióticos não-ionóforos	24
2.3.2.1 Virginiamicina	24
2.3.2.2 Flavomicina	25
2.3.3 Probióticos	26
2.3.3.1 Leveduras (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).....	26
2.3.3.2 <i>Aspergillus oryzae</i>	28
2.3.4 Ácidos orgânicos	29
2.3.5 Enzimas	30
2.3.6 Tamponantes.....	32
2.3.7 Própolis	33
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

O sistema agropecuário brasileiro vem ultrapassando um amplo processo de transformações provocadas, entre outros fatores, pelas pressões competitivas provenientes da abertura de mercado e do aumento das exigências dos consumidores em relação à qualidade dos produtos. Essas transformações exigem uma intensificação nos sistemas de produção de carne para aumentar a produtividade e obter um produto com bom padrão de qualidade e, consequentemente, elevar a rentabilidade das propriedades (STRADIOTTI JÚNIOR, 2002).

A terminação de bovinos em confinamento nasceu como uma estratégia para viabilizar a compra de animais nos períodos de safra e sua revenda nos períodos de entressafra. Posteriormente, foi utilizado como forma de aproveitamento de coprodutos das agroindústrias. Finalmente, começou a ser utilizado como ferramenta de manejo, auxiliando em sistemas de produção (cria, recria e engorda) e manejo de pastagens, superando parte das dificuldades associadas à estacionalidade da produção forrageira. O confinamento é, nesse sentido, uma atividade com características estratégicas que além de acelerar o crescimento bovino, possibilita retirar os animais mais pesados da pastagem, durante a seca (ALMEIDA et al., 2010).

A alimentação representa mais de 50% do custo total de produção dentro de um sistema de confinamento, o que tem direcionado as pesquisas no sentido de aumentar a eficiência de utilização dos alimentos pelos animais, melhorando, assim, o desempenho produtivo destes (CAMPOS e SATURNINO, 2002).

Em dietas de bovinos confinados a utilização de aditivos alimentares tem como principal objetivo a melhoria da conversão alimentar e ganho de peso, embora outros benefícios possam ocorrer como a melhoria na sanidade geral do animal (GRAMINHA et al., 2007).

Aditivos são ingredientes com ou sem valor nutricional que, ao serem fornecidos aos animais, irão promover aumentos metabólicos digestivos, auxiliando no incremento produtivo. Esses aditivos são administrados em pequenas quantidades na dieta durante longo período de tempo (BERCHIELLI e BERTIPAGLIA, 2010).

A utilização de aditivos é uma ferramenta que o nutricionista dispõe para incrementar a produção animal, modificando o processo de fermentação ruminal através da dieta (FERELI et al., 2010), por meio da atenuação de perdas por amônia e metano. Há alguns anos, vários estudos são realizados para estabelecer uma adequada produção desses compostos, com

alterações na composição da dieta ou uso de aditivos alimentares, a exemplo dos ionóforos, leveduras, fungos, antibióticos não-ionóforos, lipídios insaturados, ácidos orgânicos e, mais recentemente, a própolis (LEOPOLDINO, 2004).

Objetivou-se com esta revisão relatar as características e o mecanismo de ação dos principais aditivos, considerando os benefícios e os riscos de sua utilização na alimentação de bovinos de corte confinados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O principal objetivo na nutrição é a eficiência da produção animal e, para tanto, são utilizados alguns recursos para manipular a fermentação ruminal, como o uso dos aditivos na dieta. Os esforços focalizam, particularmente, as substâncias que aumentam a digestibilidade da fibra, o maior provimento do ácido propiônico no rúmen, a manutenção do pH próximo à normalidade, com redução da acidose ruminal, do timpanismo, da metanogênese, da proteólise no rúmen e deaminação de aminoácidos (BERCHIELLI e BERTIPAGLIA, 2010).

2.1 AMBIENTE RUMINAL

O desempenho de animais confinados está diretamente relacionado com a genética animal, tipo e quantidade de alimentos disponíveis e níveis de nutrientes na dieta (LEMA, 2001). Segundo Mertens (1994), o desempenho animal é função direta do consumo de matéria seca digestível, sendo assim, 60 a 90% do desempenho corresponde à variação do consumo, enquanto de 10 a 40% advêm de flutuações na digestibilidade. Portanto, o consumo é considerado o fator mais importante na determinação do desempenho animal (COSTA et al., 2005).

Costa et al. (2005) explicam que o mecanismo de controle do consumo voluntário nos ruminantes é produto da ação integrada ou isolada de fatores físicos, químicos e fisiológicos. A demanda energética do animal define o consumo de dietas de alta densidade calórica, ao passo que a capacidade física do trato gastrointestinal estipula o consumo de dietas de baixa qualidade e densidade energética (VAN SOEST, 1994). Entretanto, segundo Mertens (1994), além de fatores físicos e fisiológicos responsáveis pela modulação do consumo, há também o fator psicogênico, que engloba a resposta comportamental do animal, frente a fatores inibidores ou estimuladores no alimento ou no manejo alimentar, os quais não estariam relacionados ao valor energético do alimento nem ao efeito do enchimento.

Outro fator importante que afeta o CMS é o ambiente social. Em confinamentos, é de suma importância que seja levado em consideração no planejamento, tópicos como, espaço de cocho, bebedouros com vazão adequada e lotes homogêneos (idade, peso, raça e sexo), para

que a disputa por alimento não ocorra, pois dessa forma animais dominantes prejudicariam o consumo diário de animais submissos (FORBES, 2007).

Outro fator de extrema importância é a água, que é um nutriente essencial para a sobrevivência de todos os animais, ela representa cerca de 50-80% do peso corporal vivo dos animais e está envolvida em vários processos fisiológicos. A ingestão de alimentos está diretamente relacionada à ingestão de água, desta forma, fatores que influenciam a ingestão de água afetam também o desempenho animal devido a menor ingestão de alimentos (NASCIMENTO, 2009).

Variações bruscas na temperatura do ambiente também afetam de forma significativa o consumo voluntário pelos animais, pois desestabiliza a sua homeotermia, que é a capacidade de manter a sua temperatura corporal em níveis constantes, ou seja, manter a “temperatura ótima” para consumo, digestão, absorção e metabolismo. A produtividade ou mesmo a sobrevivência animal, depende principalmente de sua capacidade em manter a temperatura corporal dentro dos parâmetros limites (FORBES, 2005).

Após a ingestão da dieta, esta é parcialmente digerida pela população microbiana presente no rúmen, sendo este processo caracterizado como fermentação ruminal.

A fermentação ruminal é um processo resultante das atividades físicas e microbiológicas, as quais convertem os componentes dietéticos a ácidos graxos de cadeia curta, proteína microbiana, vitaminas do complexo B e vitamina K, metano, dióxido de carbono, amônia, nitrato, etc. (OWENS e GOETSCH, 1993).

Para que ocorra uma fermentação adequada, tanto para hospedeiro quanto para os microrganismos, são necessárias condições ruminais ideais, dentre elas, o pH que oscile entre 5,5 a 7,0, sendo mais frequentemente encontrado um pH entre 6,8 a 6,9, temperatura de 38 a 42°C, umidade relativa estável de 85 a 90%, que é mantida em parte pela saliva e parte pela água ingerida e também presente nos alimentos ingeridos, além da anaerobiose. A saliva também é responsável por fornecer tamponante, o qual mantém o pH em níveis estáveis (ANDRIGUETO, 2002).

Para entender melhor como ocorre a fermentação ruminal é importante conhecer a população microbiana presente no rúmen, pois, de acordo com Nogueira Filho et al. (2004), a população microbiana origina processos digestivos de extrema complexidade nos ruminantes. Essa microbiota ruminal é composta principalmente por três grupos de microrganismos anaeróbicos, as bactérias, os protozoários e os fungos, que são responsáveis pelos processos digestivos no rúmen e pela síntese de proteína microbiana.

Essa diversidade de microrganismos pode variar por inúmeros fatores, como, por exemplo, o tempo entre a ingestão de alimentos, tipo de dieta, entre outros. Há interação entre diferentes espécies de bactérias, onde uma espécie pode utilizar o produto final de outra para seu crescimento, e também interação entre diferentes espécies dentro do ecossistema, como é o caso dos protozoários, que ingerem e digerem bactérias, afetando a taxa de colonização das partículas dos alimento (LONDOÑO et al., 1997).

Dentre os tipos de microrganismos presentes no ambiente ruminal, às bactérias possuem a maior e mais diversa população no rúmen e esse fato pode ser explicado por sua elevada atividade metabólica, diversidade da dieta ingerida pelo hospedeiro e facilidade na adaptação ao ambiente ruminal (fator reservado às espécies predominantes). A classificação destas bactérias é feita levando-se em consideração o tipo de substrato utilizado e os produtos oriundos de sua fermentação, sendo classificadas em bactérias fermentadoras de carboidratos estruturais (celulolíticas), fermentadoras de carboidratos não-estruturais (amilolíticas e pectinolíticas), lipolíticas, proteolíticas, metanogênicas e as lácticas (ARCURI et al., 2011).

Boa parte da energia disponível na alimentação dos ruminantes está na forma estrutural junto à parede celular das plantas (celulose, hemicelulose e pectina) e, no rúmen, existem microrganismos (bactérias celulolíticas) de suma importância capazes de degradar esses polímeros para posterior fermentação dos açúcares resultantes. As espécies de maior importância para degradação de celulose são *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* e *R. flavefaciens* (OTERO, 2008).

A maior parte da proteína formada pelas bactérias celulolíticas é oriunda da amônia presente no rúmen, assim como para as bactérias amilolíticas e metanogênicas (VAN SOEST, 1994).

O amido é um dos componentes mais importantes na fermentação de carboidratos não-estruturais, principalmente quando se trata de dietas à base de grãos. As principais bactérias amilolíticas são *Bacteroides amilophilus* e *Streptococcus bovis* que, em conjunto com bactérias utilizadoras de açúcares solúveis, ocupam nicho comum. Esses microrganismos se encontram em constante competição devido a sua fonte de substrato, porém as bactérias amilolíticas são predominantes, devido ao seu rápido crescimento ou grande afinidade de substrato (LIN et al., 1985).

As proteínas são degradadas por ação de enzimas dos microrganismos, como *Bacteroides*, *Selenomonas* e *Butyrivibrio*, formando peptídeos e aminoácidos que serão utilizados na síntese de proteína microbiana ou sofrerão deaminação oxidativa, formando amônia e esqueletos de carbono. A amônia será utilizada para síntese protéica, principalmente

pelas bactérias celulolíticas, ou será absorvida no rúmen, sendo reciclada pelo fígado podendo ser excretada pela urina na forma de uréia, ou retornará ao rúmen através da saliva como uréia. Os esqueletos de carbonos serão utilizados na síntese de ácidos graxos de cadeia curta (ACGG) e na formação de ácidos graxos de cadeia ramificada (isobutirato, isovalerato e 2-metilbutirato), que estão associados à disponibilidade de aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina) e são fundamentais para a síntese protéica de algumas espécies de bactérias (VAN SOEST, 1994).

A proteína microbiana sintetizada no rúmen segue o trânsito alimentar e, no abomaso e intestino, é digerida pelas enzimas do animal e resulta em peptídeos e aminoácidos que são absorvidos pelas vilosidades intestinais e veia porta, seguindo para o fígado e depois para os tecidos. A uréia, exógena ou endógena, apresenta um coeficiente de absorção muito elevado, e ao chegar no rúmen, é imediatamente hidrolisada em amônia e gás carbônico pelas enzimas bacterianas (urease). A amônia é imediatamente absorvida através do epitélio ruminal, caso não seja aproveitada pelas bactérias para síntese protéica. As principais bactérias ureolíticas são *Succinivibrio dextrinosolvens*, *Selenomonas sp*, *Bacteróides ruminicola*, *Ruminococcus bromii*, *Butyrivibrio sp*, e *Treponema sp*. A urease é extremamente ativa, sendo que sua taxa de hidrólise (em amônia) é quatro vezes maior que a capacidade dos microrganismos em utilizar a amônia para a formação da proteína microbiana (ALLISON et al., 1996).

As bactérias metanogênicas são anaeróbias estritas e podem sofrer inibição de desenvolvimento e crescimento por fatores que afetem a presença de hidrogênio (H_2) no rúmen, já que este é um dos cofatores utilizados por estes microrganismos para seu desenvolvimento. As bactérias metanogênicas, como *Methanobrevibacter ruminantium* e *Methanosacina barkeri*, utilizam H_2 , dióxido de carbono (CO_2) formiato e acetato para seu desenvolvimento e, como produto final, produzem metano. O envolvimento dessas bactérias na transferência de hidrogênio é uma importante interação que altera o balanço fermentativo (OTERO, 2008). Segundo Lana et al. (1998), a produção de metano corresponde a uma perda energética de até 13% em relação à energia do alimento ingerido.

A produção de ácido láctico é uma característica de dietas de alto concentrado (elevada presença de grãos contendo amido) e, nessas condições, tem-se o crescimento da população de bactérias utilizadoras de ácido láctico. Portanto, são bactérias que utilizam produtos da degradação das bactérias primárias e, como exemplo, pode-se citar a *Megasphaera elsdenii* e *Selenomonas ruminantium*. A ação destas bactérias resulta na conversão de ácido láctico em propionato (VAN SOEST, 1994).

Além das bactérias, os protozoários também são organismos anaeróbios presentes no ambiente ruminal. São organismos unicelulares, não patogênicos que podem medir de 20-200 μm (DEHORITY e TIRABASSO, 2000).

Sua população é influenciada pelo tipo de substrato e varia de concentração entre $10^4 - 10^6$ protozoários/mL de conteúdo ruminal. Em decorrência de seu tamanho, pode representar 40-60% da biomassa do conteúdo ruminal (ARCURI et al., 2011).

Os protozoários atuam, principalmente, na ingestão de amido e açúcares solúveis, tornando-os benéficos para animais que recebem dietas com alto concentrado, pois reduzem a disponibilidade de substrato altamente fermentescível às bactérias (DEHORITY e TIRABASSO, 2000), auxiliando no controle do pH ruminal. Possuem ainda grande capacidade para degradar e fermentar os componentes fibrosos dos vegetais, como celulose, hemicelulose e pectina. Os protozoários também utilizam as próprias bactérias ruminais como fonte de substrato, contribuindo no controle do ecossistema ruminal (OTERO, 2008). As bactérias são a maior fonte de componentes nitrogenados utilizados para o crescimento dos protozoários, porém a proteína vegetal e os aminoácidos livres também são utilizados por algumas espécies (WILLIAMS e COLEMAN, 1988).

Segundo Viera (1986), todo efeito direto ou indireto, provocado pelos protozoários na nutrição de seus hospedeiros, provém de suas funções no rúmen, ou seja, a presença ou ausência destes microrganismos influenciam alguns fatores, como pH, concentração amoniacal, volume ruminal e taxa de diluição, além de número e diversidade das espécies bacterianas encontradas no rúmen, os quais podem afetar diretamente a taxa e extensão da digestão.

Os principais grupos de protozoários ciliados encontrados no rúmen de bovinos são dos gêneros *Entodinium*, *Epidinium*, *Isotricha* e *Dasytricha* e subfamília *Diplodiniinae* (*Ostracodinium*, *Diplodinium*, *Eudiplodinium*, *Metadinium*, *Polyplastron*), segundo Franzolin e Franzolin (2000).

Outro componente da microbiota ruminal são os fungos anaeróbios, eles são ativos no rúmen e intervêm diretamente na fibra, atuam nas fibras resistentes, especialmente lignificada, constituída por tecidos com sulfitos clorados resistentes (NUSSIO et al., 2011).

Lee et al. (2000) verificaram que ao administrarem culturas de fungos anaeróbios no rúmen de ovinos promoveram um aumento na digestibilidade dos nutrientes e retenção do nitrogênio por causa do aumento no número de bactérias e fungos no rúmen e por alteração no perfil dos ácidos graxos de cadeia curta produzidos.

Os microrganismos, principalmente as bactérias, são extremamente importantes para os ruminantes, pois transformam o alimento ou a matéria seca em energia e proteína para o animal. Para aproveitar melhor o alimento ingerido, é fundamental que haja equilíbrio na população de bactérias existentes no rúmen e intestinos do animal. A administração correta de aditivos na dieta de bovinos confinados visa manipular a fermentação ruminal pela seleção de microrganismos desejáveis, de forma a melhorar a eficiência alimentar, e consequentemente a diminuição dos custos de produção, propiciando assim uma maior rentabilidade ao produtor.

2.2 DEFINIÇÕES E NORMAS PARA UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS NO BRASIL

A Instrução Normativa (IN) n.º 15, de 26 de maio de 2009, define como aditivo para produtos destinados à alimentação animal qualquer: substância, microrganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano (BRASIL, 2009).

Os aditivos liberados para comercialização e uso devem atender alguns requisitos como:

- Dispor de um registro concedido em conformidade com a IN n.º 13, de 30 de novembro de 2004;
- Cumprir as condições de uso e os requisitos de rotulagem estabelecidos na IN n.º 13/2004;
- Ser indispensável à adequada tecnologia de fabricação;
- Ser empregado na quantidade estritamente necessária à obtenção do efeito desejado, respeitando o limite máximo fixado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), (BRASIL, 2004).

É vedado o uso de aditivo nos alimentos para animais quando:

- Houver evidência de que o mesmo possua toxicidade cientificamente comprovada para o homem, o animal ou meio ambiente;
- Este interferir sensível e desfavoravelmente no valor nutritivo do alimento;
- O mesmo se destinar a encobrir falhas relativas ao processamento e às técnicas de manipulação;

- Encobrir alteração ou adulteração na matéria-prima ou do produto acabado;
- Induzir o consumidor a erro, engano ou confusão;
- Apresentar risco comprovado cientificamente para a saúde animal, humana ou meio ambiente nas doses indicadas;
- Não satisfizer as exigências da IN n.º 13/2004 (BRASIL, 2004).

No Brasil os aditivos legalizados para a inclusão na dieta de bovinos são Bacitracina de Zinco, Flavomicina, Lasalocida Sódica, Monensina Sódica, Salinomicina Sódica, Virginiamicina, Tilosina, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus oryzae*, de acordo com a Divisão de Aditivos/CPAA/DFIP/DAS (2008), entretanto já existe embasamento científico para utilização de outros aditivos.

2.3 OS PRINCIPAIS ADITIVOS (PROMOTORES DE CRESCIMENTO)

2.3.1 Antibióticos ionóforos

Inicialmente os ionóforos foram utilizados como coccidiostáticos em aves e atualmente são os aditivos mais pesquisados em dietas de ruminantes (AFONSO et al., 2000; NICODEMO, 2001; OLIVEIRA et al., 2005a), sendo a monensina sódica um dos mais pesquisados e utilizados.

Segundo Lana e Russell (2001), antibióticos ionóforos têm sido muito utilizados nas dietas de bovinos em confinamento, visando manipular a fermentação ruminal pela seleção de microrganismos, de forma a melhorar a eficiência alimentar, ao aumentar a concentração de ácido propiônico, reduzir as concentrações de amônia, hidrogênio e ácido láctico e manter o pH com valores mais elevados, próximos de 6,8.

Afonso et al. (2000) comentaram que vários trabalhos vem demonstrando que o principal mecanismo de ação dos ionóforos, para melhorar a eficiência alimentar nos ruminantes, está relacionado a mudanças na população microbiana do rúmen, selecionando as bactérias gram-negativas, produtoras de ácido propiônico, como mais resistentes, inibindo as gram-positivas maiores produtoras de ácido acético, butírico e láctico, H₂ e metano.

As bactérias gram-negativas possuem uma camada de membrana lipídica externa que contém porinas (canais de proteínas) com diâmetros de, aproximadamente, 600 Dalton (Da), não permitindo a passagem de moléculas de tamanho superior, como é o caso das moléculas de ionóforo, que normalmente são maiores que 600 Da. Ao contrário das gram-positivas que não possuem essa camada externa (Figura 1) e o ionóforo pode penetrar livremente na membrana celular (NAGARAJA et al., 1997).

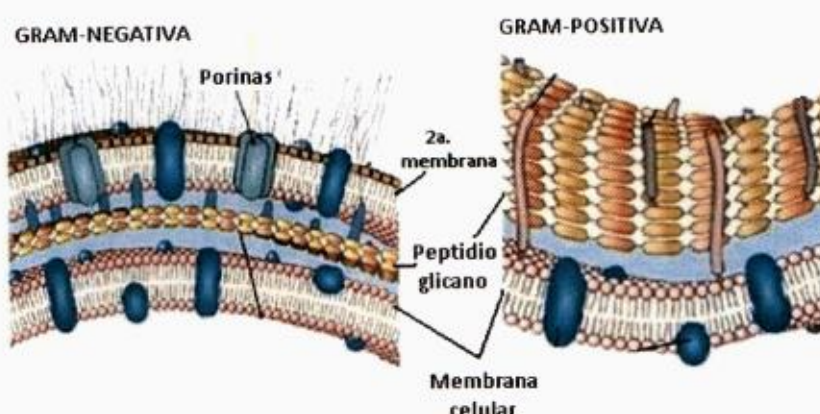


Figura 1: Representação esquemática da parede celular de bactérias gram-negativas e gram-positivas. Fonte: Morais et al., (2011).

Os ionóforos são compostos solúveis na membrana celular, onde após a combinação com determinados íons passam a fazer parte dessa estrutura, desempenhando uma função de troca iônica. Alguns se ligam a apenas um cátion e outros se ligam a vários cátions simultaneamente, tendo estas duas classes especificidade para alguns íons (CAMPOS, 2002).

Os ionóforos tem ação sobre a população microbiana do rúmen, incrementando as bactérias gram-negativas e provocando uma considerada diminuição das gram-positivas (maiores produtoras de hidrogênio, precursor do metano). Esta modificação altera as proporções finais de ácidos graxos voláteis, principalmente, pelo aumento na proporção de ácido propiônico e diminuição de ácido acético e butírico. Esta alteração é benéfica, pois o ácido propiônico é energeticamente mais eficiente, além de reduzir as perdas de metano que são associadas à produção de ácido acético e butírico (ROSO e RESTLE, 2001).

As mudanças nas proporções dos AGVs têm como consequência uma maior retenção de energia durante a fermentação ruminal, refletindo em melhor desempenho dos animais (NICODEMO, 2001).

São conhecidos mais de 120 tipos de ionóforos, porém, apenas a monensina, lasalocida, salinomicina sódica, são aprovados para o uso em dietas de ruminantes (ARAÚJO, 2005; NOGUEIRA et al., 2009).

2.3.1.1 Monensina sódica

A monensina é um antibiótico carboxílico poliéter ionóforo sintetizado pelo fungo *Streptomyces cinnamomensis* (SOUZA et al., 2008).

Quando no ambiente ruminal, a monensina liga-se à membrana celular, a primeira reação que ocorre é a rápida saída de K^+ e uma entrada de H^+ na célula, provocada pela mudança do gradiente iônico externo. O H^+ acumulado no interior da célula ocasiona diminuição do pH. A célula responde a esta queda no pH exportando H^+ para fora e permitindo a entrada de Na^+ para o interior da célula, como demonstrado na Figura 2. A segunda reação se caracteriza pelo transporte de Na^+ para dentro e de H^+ para fora da célula, embora esta seja menos eficiente que a primeira reação. Outra forma de exportar o H^+ é por meio da bomba de próton ATPase. Assim, grande parte da energia produzida pela célula é utilizada pelas bombas de Na^+/K^+ e de próton ATPase, na tentativa de manter o pH e o balanço iônico celular.

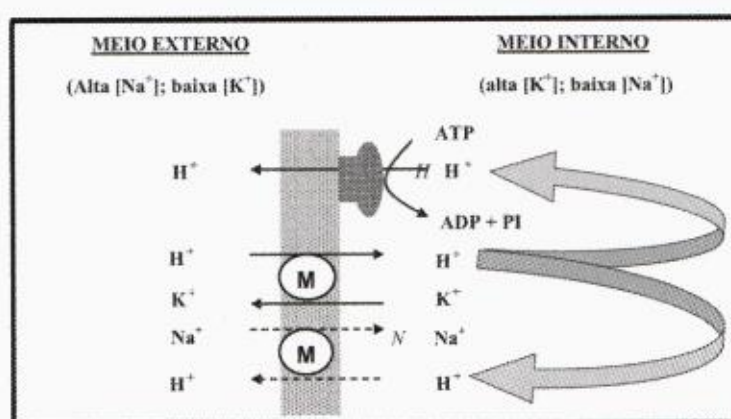


Figura 2: Efeitos hipotéticos da monensina (M) sobre o fluxo de íons em bactérias gram-positivas – *Streptococcus bovis*. Fonte: Russell e Strobel, (1989).

Com o passar do tempo, a célula se torna incapaz de continuar metabolizando a glicose, diminuindo a capacidade de crescimento e de reprodução das bactérias, que acabam morrendo ou assumem um nicho microbiano sem expressão ruminal (OLIVEIRA et al., 2005b).

Borges (2008) realizou um estudo sobre a influência da monensina sódica e da enramicina sobre o CMS (Tabela 1), que em média foi de 1,87% do PCV, que se manteve dentro do esperado para a categoria animal estudada (fêmeas bovinas não-gestantes e não-lactantes). Os antibióticos testados não alteraram o consumo de MS, calculado em quilos animal⁻¹ dia⁻¹, em porcentagem do peso vivo ou em g kg⁻¹ de peso metabólico dia⁻¹. Autores como Green et al. (1999), Plazier et al. (2000), Ruiz et al. (2001) e Gallardo et al. (2005), ao utilizarem monensina, também não observaram alterações no consumo de MS. Garcia et al. (2000), utilizando monensina em cabras alimentadas com dieta composta de 50% de concentrado e 50% de volumoso (feno de alfafa), e Rodrigues et al. (2001), utilizando monensina em ovinos recebendo 25, 50 ou 75% de concentrado na dieta, também não constataram mudanças no consumo de MS.

Tabela 1: Consumo de matéria seca obtidos dos animais nos tratamentos

Consumo	Tratamento ¹			Média	CV (%)	P
	C	E	M			
MS						
Kg dia ⁻¹	12,10	13,80	13,80	13,20	21,90	ns
% PV	1,70	1,99	1,94	1,87	16,20	ns
g kg ⁻¹ PV ^{0,75}	87,70	101,60	100,20	96,50	17,40	ns

¹ C = controle; E = enramicina; M = monensina. Fonte: Borges, (2008).

Porém, Oliveira et al. (2005b) trabalhando com novilhos holandeses, alimentados com dietas contendo teores baixo e alto de proteína, com e sem monensina, constataram uma redução significativa no consumo de MS com a adição de monensina. Para as dietas com monensina, o nível de proteína também influenciou o consumo, que foi maior quando os animais receberam dieta com alto teor proteico. Diminuições no consumo de MS, acarretadas pela inclusão de monensina, também foram relatadas por Restle et al. (2001) e Maas et al. (2001), que trabalharam com novilhas e vacas de corte mantidas em regime de confinamento e carneiros alimentados com capim fresco colhido na primavera e no outono, respectivamente.

Oliveira et al. (2007) explicaram que a redução no consumo dos nutrientes da dieta contendo monensina foi ocasionada pelo maior aporte de energia via aumento da concentração de succinato do tecido hepático do animal, o que está relacionado à mudança no

perfil microbiano no ambiente ruminal, decorrente do aumento das bactérias gram-negativas em detrimento das gram-positivas, com consequente alteração na concentração dos ácidos graxos voláteis, ou seja, com elevação da concentração dos ácidos propiônico e butírico em relação ao ácido acético. De modo semelhante, Medel et al. (1991) também verificaram que o fornecimento de monensina a bovinos em confinamento promoveu diminuição no consumo sem alterar o ganho de peso, ocasionando, portanto, melhoria na conversão alimentar. Esse menor consumo está relacionado também às mudanças no metabolismo energético e ao maior aporte de aminoácidos dietéticos no intestino delgado, em decorrência da diminuição da deaminação da proteína no rúmen (OLIVEIRA et al., 2007).

Oliveira et al. (2009) avaliando a inclusão de diferentes níveis de monensina (0; 14; 28 e 42 mg de monensina kg^{-1} de MS da dieta oferecida) na dieta de novilhas leiteiras confinadas não verificaram uma influência significativa do nível de monensina sobre os consumos de matéria seca em kg dia^{-1} , em porcentagem do peso vivo e relação ao peso metabólico (Tabela 2).

Tabela 2: Desempenho de novilhas leiteiras recebendo dietas com diversos níveis de monensina

Item	Nível de monensina na dieta				Erro-padrão	Média geral
	0 mg	14 mg	28 mg	42 mg		
Peso vivo inicial (kg)	245,60a	245,60a	243,90a	246,30a	3,94	245,35
Peso vivo final (kg)	338,30a	332,10a	341,30a	335,40a	4,40	336,78
CMS (kg MS $\text{animal}^{-1} \text{dia}^{-1}$)	6,88a	6,60a	6,69a	6,65a	0,46	6,71
CMSPV (% PV)	2,36a	2,28a	2,29a	2,29a	0,09	2,31
CMSPM (g MS $\text{kg}^{-1} \text{PV}^{0,75}$)	97,37a	94,14a	94,54a	94,39a	2,91	95,11
Ganho médio diário (kg dia^{-1})	1,10a	1,03a	1,16a	1,06a	0,06	1,09
Conversão alimentar	6,2a	6,4a	5,8a	6,3a	0,43	6,20

Médias seguidas de letras iguais, na linha, não diferem ($P > 0,05$) entre si pelo teste Tukey.

CMS = consumo de matéria seca; CMSPV = consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo; CMSPM = consumo de matéria seca em função do peso metabólico. Fonte: Adaptado de Oliveira et al., (2009).

Salles e Lucci (2000), no entanto, encontraram efeito quadrático da monensina sobre o ganho de peso de bezerros holandeses, que melhorou 23,3; 28,9 e 17,6% nos níveis 0,4; 0,8 e 1,2 mg de monensina kg^{-1} peso vivo, respectivamente, em relação aos animais controle.

As dosagens recomendadas em confinamentos brasileiros estão entorno de 200 a 300 mg animal⁻¹ dia⁻¹ de monensina, esses valores vão depender da categoria animal, do peso do animal, entre outros fatores (ALMEIDA et al., 2010).

A intoxicação accidental por monensina resulta frequentemente de falhas na preparação das dietas, tais como alta dosagem, erro na diluição da ração, erro de identificação de recipientes, o uso associado com drogas que potencializam seus efeitos, ingestão de quantidades excessivas por animais dominantes e uso da substância em espécies não incluídas nas recomendações do produto (BARROS, 2001).

2.3.1.2 Salinomicina sódica

A salinomicina sódica é resultante do produto metabólico da *Streptomyces albus* (OTORLAN, 2005). Esta apresenta a capacidade de formar complexos com íons alcalinos, Na⁺ e K⁺ (RANGEL et al., 2008).

Os ionóforos vêm sendo utilizados há mais de 30 anos como promotores de crescimento em dietas de ruminantes, no entanto, os resultados de desempenho obtidos com o uso de salinomicina são semelhantes aos encontrados para a monensina (GIBB et al., 2001), porém, com a vantagem de apresentar menor custo (NUÑEZ, 2008).

Na Tabela 3 são apresentados alguns resultados da utilização de salinomicina em dietas com altos teores de concentrado.

Tabela 3: Ingestão de matéria seca (IMS), ganho de peso diário (GPD) e eficiência alimentar (GPD CMS⁻¹) com utilização de salinomicina

Referência	Variação na IMS (%)	Variação no GPD (%)	Variação no GPD CMS ⁻¹ (%)
Ferril et al. (1983)	-0,45	+3,34	+3,64
Zinn (1986 a)	+1,24	+5,26	+3,95
Zinn (1986 b)	-2,10	+3,44	+5,74
Reffett-Stabel et al. (1989)	-14,47	-5,47	+10,07
Gibb et al. (2001)	0,00	-0,62	-1,16
Média	-3,15	+1,19	+4,44

Fonte: Adaptado de SITTA, (2011).

O ionóforo reduziu a ingestão de matéria seca, alterando pouco o ganho de peso e melhorando a eficiência alimentar pelos ruminantes (SITTA, 2011).

A dose de salinomicina recomendada pelo fabricante para o tratamento de bovinos é de $0,6 \text{ mg kg}^{-1}$ de peso corporal vivo. Gava et al. (1997) analisando bovinos acometidos com um surto de intoxicação por salinomicina em uma propriedade rural do interior do estado do Paraná, identificaram que a dose inicialmente administrada aos animais totalizou $2,13 \text{ mg kg}^{-1}$, que é cerca de 3,5 vezes maior que a dose recomendada.

2.3.1.3 Lasalocida Sódica

Por apresentarem diferentes estruturas moleculares, os ionóforos não apresentam a mesma afinidade entre todos os íons, a lasalocida é um ionóforo bivalente obtida naturalmente através da fermentação do fungo *Streptomyces lasaliensis*, e ao contrário dos outros ionóforos, é o único que atua nos íons bivalentes Ca^{2+} e Mg^{2+} , além de atuar nos íons monovalentes Na^+ e K^+ (RANGEL et al., 2008).

Lana et al. (2002) observaram que a ação de monensina e de lasalocida é bacteriostática e não bactericida, pois causa apenas a inibição, não sendo capazes de extinguir as bactérias com alta capacidade de produção de amônia, pois houve o retorno da produção normal de amônia assim que os ionóforos foram removidos do meio de cultura.

Amaro et al. (2002), analisando diferentes níveis de inclusão de lasalocida na dieta (0; 50; 100 e 200 mg de lasalocida $\text{animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) de animais portadores de cânula ruminal, mensuraram a concentração de AGVs, amônia e pH e não observaram alterações significativas na fermentação ruminal.

A lasalocida, ao ser comparada com a monensina, apresenta como vantagens a maior aceitabilidade e a menor toxidez, além de resultar em queda pequena ou nula na ingestão de alimentos em dietas com alta energia, e conferir maior ganho de peso (RODRIGUES et al., 2000).

Branco et al. (1996) avaliaram os efeitos da lasalocida sódica, em dietas de bovinos confinados, sobre a ingestão de matéria seca (IMS), ingestão de proteína bruta (IPB), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA) e características de carcaça, adicionando níveis crescentes (0; 15; 30 e 45 mg de lasalocida kg^{-1} de MS) na ração (Tabela 4), porém, nenhuma das variáveis apresentou diferença estatística.

Tabela 4: Valores médios das diferentes variáveis de desempenho analisadas

Variáveis	Tratamentos				CV (%)
	0	15	30	45	
CA (IMS GPD ⁻¹)	10,4	9,2	8,8	8,8	9,5
IMS (g kg ⁻¹ PV ^{0,75})	96,5	94,2	94,2	91,3	3,7
IPB (g dia ⁻¹)	682,5	653,5	664,6	634,3	5,5
GPD (g dia ⁻¹)	853,0	930,0	986,0	981,0	24,2

CA = conversão alimentar; IMS = ingestão de matéria seca; IPB = ingestão de proteína bruta; GPD = ganho de peso diário. Fonte: Adaptado de Branco et al., (1996).

Segundo Almeida et al. (2010), a dose de lasalocida recomendada em confinamentos comerciais brasileiros varia entre 20 e 30 mg kg⁻¹ de MS dia⁻¹ conforme a categoria e o peso do animal.

2.3.2 Antibióticos não-ionóforos

2.3.2.1 Virginiamicina

O uso de antibióticos não ionóforos para bovinos de corte é pouco explorado no Brasil, no entanto, a virginiamicina tem apresentado efeitos positivos sobre o ganho de peso e a eficiência alimentar, apresentando maior inibição da produção de lactato em relação aos ionóforos (LANNA e MEDEIROS, 2007). Existem relatos de redução da incidência de abscessos hepáticos em bovinos confinados (ROGERS et al., 1995; SITTA, 2011).

A virginiamicina é um antibiótico da classe das estreptograminas produzida por uma linhagem mutante de *Streptomyces virginiae*, apresenta atividade principalmente contra bactérias gram-positivas, tanto aeróbicas como anaeróbicas, mas não apresenta efeito sobre a maioria das bactérias gram-negativas em função da impermeabilidade da parede celular (NUÑEZ, 2008).

Rogers et al. (1995) sugerem que as dosagens mais efetivas para aumentar o ganho de peso diário, melhorar a conversão alimentar e diminuir a ocorrência de abscesso hepático

foram de 19,3 a 27,3 mg kg⁻¹ de MS, 13,2 a 19,3 mg kg⁻¹ de MS e 16,5 a 19,3 mg kg⁻¹ de MS, respectivamente.

Segundo o fabricante, misturar à ração ou suplemento de forma a proporcionar uma ingestão de 100 e 340 mg animal⁻¹ dia⁻¹ conforme a categoria e o peso do animal.

2.3.2.2 Flavomicina

Flavomicina é um antibiótico fosfoglicolipídico que atua inibindo o crescimento bacteriano, através da inibição competitiva da enzima que cataliza a reação de transglicosilação durante a síntese da camada peptidoglicana, e assim inibe a formação da parede celular de bactérias gram-positivas (VAN HEIJENOORT, 2001).

A flavomicina não altera a proporção molar dos AGVs como os ionóforos, sendo essa a principal diferença da flavomicina em relação a eles, incluindo a monensina e salinomicina, os quais promovem aumento na formação de propionato (NAGAJARA et al., 1997). Portanto, a flavomicina apresenta, em termos de atividade antimicrobiana, um modo de ação diferente comparado aos ionóforos (MOGENTALE, 2005).

Há relatos de incremento de 10% no ganho de peso e conversão alimentar de novilhas recebendo 30 mg de flavomicina dia⁻¹, durante 225 dias (FLACHOWSKY e RICHTER, 1991). Schrijver et al. (1991) com touros recebendo silagem de milho ou de beterraba *ad libitum* mostrou resultados favoráveis à incorporação de flavomicina para aqueles recebendo silagem de beterraba (15,2% no ganho de peso, 9,1% na conversão alimentar), mas não para os animais que recebiam silagem de milho. A ingestão média diária de flavomicina foi de 42,5 mg animal⁻¹ dia⁻¹ e 52,5 mg animal⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, para aqueles em dieta à base de silagem de milho e de beterraba.

Recomenda-se a suplementação de 40 mg de flavomicina animal⁻¹ dia⁻¹, se encerrando entre 60 a 90 dias antes do abate (NICODEMO, 2001).

2.3.3 Probióticos

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 (probióticos) na alimentação animal (SITTA, 2011).

Os probióticos são definidos como fonte de microrganismos vivos (viáveis), que incluem bactérias, fungos e leveduras. Bactérias pertencentes aos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* e, em menor escala, *Enterococcus faecium*, são mais frequentemente empregadas como suplementos probióticos para alimentos (SAAD, 2006), extratos e culturas vivas de fungos (*Aspergillus oryzae*) e leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*), também são utilizadas com o propósito de melhorar o desempenho e a saúde dos animais.

Este tipo de aditivo proporciona uma melhor eficiência alimentar através de sua ação tanto no rúmen quanto no intestino (SITTA, 2011).

Segundo Saad (2006), os mecanismos de ação dos probióticos consistem na competição pelos sítios de adesão, sugere-se que certas bactérias produtoras de ácido láctico competem com bactérias patogênicas por sítios de aderência intestinais. A atividade antimicrobiana também é um mecanismo de ação dos probióticos, a produção de ácido láctico e acético pelas bactérias utilizadas reduz o pH do ambiente do trato intestinal, prevenindo o crescimento de vários patógenos e permitindo o desenvolvimento de certas espécies de *Lactobacillus*.

2.3.3.1 Leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*)

Segundo Wallace (1994), as leveduras são utilizadas em larga escala como aditivo alimentar e, desta forma seus efeitos no animal, têm sido cada vez mais pesquisados e difundidos.

Possíveis modos de ação têm sido sugeridos para explicar os efeitos que as culturas de leveduras exercem sobre a fermentação ruminal e na produção animal, partindo-se do pressuposto que o aumento no número de bactérias no rúmen, é considerado o efeito mais importante da adição de leveduras à dieta de ruminantes (MARTIN e NISBET, 1992).

Newbold et al. (1996) citaram como uma das grandes importâncias das leveduras o fato delas realizarem a remoção de O₂ do ambiente ruminal, devido à suas atividades respiratórias,

pois a presença de O_2 no rúmen inibe o crescimento da maior parte das bactérias, que são estritamente anaeróbicas. A adição de leveduras no fluido ruminal “in vitro”, na concentração de 1,3 mg, aumentou a taxa de desaparecimento de O_2 de 46 a 89%.

O fato das leveduras removerem O_2 do ambiente ruminal melhora as condições para o desenvolvimento dos microrganismos anaeróbicos, principalmente as bactérias celulolíticas, conseqüentemente, melhorando a taxa de degradação ruminal e a digestibilidade aparente da matéria seca, especialmente da fibra. A utilização de amônia, a síntese e o fluxo de proteína microbiana para o duodeno também podem aumentar como consequência da maior atividade das bactérias no rúmen. Tudo isso contribui para o aumento do CMS, na eficiência energética do metabolismo e no desempenho animal (GATTASS, 2005).

As inclusões de grãos à dieta propiciam um crescimento rápido de bactérias ruminais, como a *Streptococcus bovis*, aumentando a produção de lactato. Em posse desta informação, a incorporação da cultura de leveduras nas dietas de ruminantes, é benéfica, pois provoca diminuição nas concentrações de lactato por sua ação estimulante sobre as bactérias que fermentam o lactato, como a *Selenomonas ruminantium*, aliviando assim, os efeitos negativos provocados pela acidose láctica (WILLIAMS et al., 1991; MARTIN e NISBET, 1992).

Os efeitos da adição de leveduras podem ser descritos pelo esquema adaptado de Wallace (1994) (Figura 3).



Figura 3: Representação esquemática descrevendo o modo de ação da cultura de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*). Fonte: Adaptado de Wallace, 1994.

A resposta de bovinos à suplementação com leveduras é influenciada por uma série de fatores, como tipo de forrageira, proporção de concentrado na dieta, bem como o período e nível de suplementação (MILLEN, et al., 2007).

2.3.3.2 *Aspergillus oryzae*

A utilização de *Aspergillus oryzae* na dieta é pouco difundida devido às limitadas informações sobre o seu modo de ação. O efeito de fungos do gênero *Aspergillus* devem-se em parte à presença de enzimas polissacaridases (celulase e xilanase) nos extratos, que podem afetar a degradação da parede celular. As enzimas atuam dentro de poucas horas de sua introdução no rúmen, sendo degradadas por proteólise pelos microrganismos. Como as concentrações de enzima adicionadas são relativamente baixas, é provável que ocorra um efeito sinérgico entre esses preparados e a atividade microbiana no rúmen. Há indicações de que o *Aspergillus oryzae* pode facilitar a aderência de bactérias celulolíticas à fibra, por meio da atração quimioestática provocada pela liberação de açúcares solúveis ou por alteração da superfície da fibra, favorecendo a degradação (BERCHIELLI e BERTIPAGLIA, 2010).

Chang et al. (1999) observaram que extrato de fermentação de *Aspergillus oryzae* teve efeito positivo sobre o crescimento e metabolismo do fungo ruminal *Neocallimastix frontalis* EB188, cujas secreções de celulase e de proteína aumentaram em até 41% e 38%, respectivamente, e o desenvolvimento de rizóide aumentou 3,8 vezes, em resposta dependente da quantidade do extrato. Os autores relataram também que o extrato de *Aspergillus oryzae* possivelmente aumenta a taxa de degradação da fibra por meio do estímulo aos fungos ruminais, contribuindo para a melhoria do desempenho animal.

Chang et al. (1999), sugeriram também, que os efeitos positivos de extratos de *Aspergillus oryzae* devam-se ao fornecimento de fatores de crescimento para bactérias: vitaminas como biotina, ácido pantotênico, hidrocloreto de piridoxina, vitamina B12, aminoácidos e ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada. Além disso, *Aspergillus oryzae* possivelmente aumenta a ingestão de nutrientes por bactérias, ou seja, parece alterar a taxa metabólica de algumas bactérias (BEHARKA e NAGARAJA, 1998).

A inclusão de extratos de fermentação de *Aspergillus oryzae* (2 mg mL⁻¹ a 5 mg mL⁻¹ de meio de cultura pura) não afetou dez das dezenove espécies de bactérias ruminais testadas in vitro (BEHARKA e NAGARAJA, 1998), tendo aumentado as taxas de crescimento de

bactérias que digerem fibras, como *Ruminococcus albus* e *Fibrobacter succinogenes* (as principais bactérias fibrolíticas presentes no rúmen de ovinos e bovinos) e que utilizam lactato, como *Megasphaera elsdenii*, *Selenomonas lactilytica* e *Selenomonas ruminantium*.

Teoricamente, populações mais ativas e maiores aumentariam a taxa e extensão de degradação da fibra, mas os resultados experimentais são contraditórios. O aumento na taxa de crescimento de bactérias também pode estar relacionado com o aumento na concentração de AGVs. A inclusão de *Aspergillus oryzae* no ambiente ruminal parece estabilizar o pH, o que pode ser especialmente benéfico em dietas ricas em grãos, nas quais o baixo pH pode levar à redução na ingestão de alimento e de ganho de peso (BEHARKA e NAGARAJA, 1998).

2.3.4 Ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos podem ser utilizados como aditivos para ruminantes. Alguns estudos em ruminantes têm sido conduzidos com ácidos málico ou fumárico, embora outros ácidos orgânicos como aspartato, cítrico, succínico ou pirúvico possuem potencial. Essas substâncias são consideradas seguras para serem utilizadas como aditivos, uma vez que não produzem resíduos detectáveis na carne. O principal problema referente à sua utilização é o elevado custo, especialmente o malato (MARTIN, 1998).

Segundo Martin e Park (1996) essas substâncias no rúmen evitam a queda acentuada do pH, prevenindo a acidose ruminal. Asanuma et al. (1999) notaram também a redução da produção de metano (principalmente com fumarato), confirmado por López et al. (1999), que em estudos realizados *in vitro*, observou que a adição de fumarato diminuiu a produção de metano em 17%, afirmando que o fumarato também atua como um dreno ativo de hidrogênio no rúmen, podendo competir com a formação de metano. O malato (80 g dia⁻¹) foi eficiente em evitar a queda brusca do pH ruminal em 1 a 2 horas após a alimentação de dietas com alto concentrado fornecida a novilhos de corte (MARTIN et al., 1999).

Bactérias utilizadoras de fumarato podem competir com as metanogênicas pela utilização de H₂. Conforme Asanuma et al. (1999), o aumento no número dessas bactérias poderá reduzir consistentemente a produção de metano. Associado a redução na produção de metano, os autores observaram aumento no propionato e succinato e pequeno aumento nos valores de acetato e butirato.

Pesquisas *in vivo* são necessárias para determinar os efeitos desses ácidos orgânicos no desempenho de bovinos. Fatores da dieta como relação volumoso:concentrado, tipo de forragem e grãos de cereais devem ser considerados pela possível alteração nas respostas. Estudos realizados por Martin et al. (1999) mostraram que a utilização dos ácidos orgânicos para favorecer a utilização do lactato e elevação do pH ruminal pode ser mais indicada em dietas ricas em grãos, uma vez que em dietas ricas em volumosos, a produção de lactato no rúmen é mínima, por isso não se espera que os ácidos orgânicos afetem o pH ruminal nessas condições.

A determinação dos níveis ótimos, época e tempo de suplementação de malato e fumarato devem ser considerados. Em condições de confinamento, a suplementação com DL-malato é mais indicada no período de adaptação a dietas com alto concentrado, mantendo equilibrado o pH ruminal e evitando problemas de acidose subclínica, do que no período de terminação dos animais, uma vez que se observou pequena melhora no desempenho dos animais (MARTIN et al., 1999).

2.3.5 Enzimas

São proteínas de alta complexidade molecular, que sob condições específicas de umidade, temperatura e pH atuam sobre os substratos também específicos. Estão presentes em todas as reações biológicas, agindo como um catalisador, acelerando e possibilitando uma reação.

As enzimas, principalmente celulasas e xilanasas, podem ser obtidas de extratos da fermentação de bactérias e fungos, e através da produção de plantas/bactérias ruminais transgênicas contendo enzimas (MEDEIROS e LANNA, 1999).

Uma das vantagens de se utilizar este aditivo é que, ao completar o ciclo da reação, a molécula de enzima não perde a atividade, voltando a atuar sobre uma nova reação da mesma forma. Por esta razão, as quantidades de enzimas requeridas são muito pequenas para incorporação na dieta de bovinos (GRAMINHA et al., 2007).

O aproveitamento de alimentos fibrosos pelos ruminantes está relacionado à síntese e secreção de enzimas pelos microrganismos do rúmen, incluindo bactérias, fungos e protozoários, acelerando a fermentação destes compostos presentes na dieta através da utilização de enzimas denominadas hidrolases: celulase, xilase, celobiase, entre outras. Apesar da

habilidade dos microrganismos ruminais em digerir a celulose e outros carboidratos fibrosos, fatores relacionados à estrutura e composição da planta (particularmente os componentes da parede celular) e os aspectos relacionados ao animal (mastigação, salivação e pH ruminal) podem limitar a extensão da digestão no rúmen, por representarem uma barreira física aos processos fibrolíticos (GRAMINHA et al., 2007).

Enzimas fibrolíticas podem alterar a utilização dos alimentos pelos ruminantes por meio de efeito direto sobre a fibra (FENG et al., 1996) ou pelo aumento da digestão ruminal e/ou pós-ruminal (HRISTOV et al., 2000), ocorrendo sinergismo com os microrganismos do rúmen. De fato, estas formas de ação estariam interligadas, de modo que as alterações ocasionadas pelas enzimas antes do consumo refletiriam nas digestões ruminal e pós-ruminal dos nutrientes (HRISTOV et al., 2000).

Para a degradação completa de alimentos complexos, são necessárias centenas de enzimas. A degradação eficiente da celulose e hemicelulose requer várias enzimas em diferentes proporções e com atividades diferentes. No entanto, é necessário estar atendo à dose ideal a ser fornecida, já que doses muito grande de enzimas, além de se tornar antieconômico, pode competir com outros microrganismos durante a adesão no substrato e liberar para o meio ruminal fatores anti-nutricionais tóxicos aos microrganismos ruminais.

Oliveira et al., (2005a) afirmaram que a inclusão de enzimas nas dietas tem sido feitas de 0,01 a 1% na MS total, contribuindo com até 15% da atividade fibrolítica total do fluido ruminal.

Confirmando isso, Rode et al. (1999) forneceram uma mistura de enzimas junto ao concentrado, adicionando $1,3\text{g kg}^{-1}$ de MS da dieta total composta por uma mistura de silagem de milho, feno e concentrado, mas não verificaram aumento no CMS. Entretanto, encontraram um aumento de 12% na digestibilidade da MS, 20% da FDN, 32% da FDA e 13% da proteína bruta no tratamento com enzimas.

Fornecendo dieta de alto grão contendo enzimas, para animais em terminação, Beauchemin et al. (1997) mostraram um aumento de 11% na conversão alimentar, resultado de um aumento de 6% em ganho de peso, diminuindo em 5% a ingestão de alimento. Pritchard et al. (1996) também observaram aumento no consumo de MS, no ganho de peso e na eficiência alimentar em resposta a níveis crescentes de fornecimento de enzimas (celulase + xilanase) para novilhos recebendo 30% de concentrado.

McAllister et al. (2001), avaliando o desempenho de novilhos em confinamento, observaram aumentos de $5,99\text{ kg dia}^{-1}$ para $6,72\text{ kg dia}^{-1}$ na ingestão de MS e de $0,94\text{ kg dia}^{-1}$

para $1,16 \text{ kg dia}^{-1}$ no ganho médio diário com a suplementação enzimática (celulase e xilanase).

2.3.6 Tamponantes

O pH ruminal exerce um efeito de suma importância sobre a população microbiana e degradação dos nutrientes no rúmen. O pH considerado ótimo para o crescimento microbiano é acima de 6,0, sendo que abaixo desse valor, há uma redução considerável na população de microrganismos, principalmente de bactérias celulolíticas, incidindo um efeito direto sobre a degradação da fibra da dieta. A suplementação com grandes quantidades de concentrado, ou dietas com baixa concentração de fibra, favorece o declínio do pH ruminal. Valores de pH abaixo de 6,0 provocam outros efeitos como redução no consumo, no ganho de peso, podendo progredir até acidose, laminite, úlceras ruminais, abscesso de fígado, ocasionando inclusive a morte do animal (REIS et al., 2006).

Estas alterações podem ser controladas ou evitadas pela adição de tamponantes, que são compostos quimicamente definidos como a combinação de um ácido fraco e sua base correspondente, e que funcionalmente, são substâncias que resistem às mudanças na concentração de íons hidrogênio (pH).

Para funcionar adequadamente os tamponantes precisam ser solúveis em água e seu pKa apresentar valor próximo ao pH fisiológico do rúmen. Sua utilização permitiria estabilizar o pH ruminal, gerando um ambiente adequado para o desenvolvimento da população de bactérias celulolíticas (REIS et al., 2006).

Vários produtos estão disponíveis, incluindo bicarbonato de sódio, carbonato de cálcio, bentonita, e óxido de magnésio (STOCK e MADER, 1998). O uso de tampões pode ser benéfico em rações contendo alto teor de grãos, na adaptação de bovinos a novas dietas, no uso de silagem de milho, de grãos com alta umidade ou dietas à base de trigo (SEWELL, 1998). As recomendações de uso de tamponantes encontram-se na Tabela 5, segundo estudos realizados por Stock e Mader (1998).

Tabela 5: Recomendações para uso de tamponantes em % na matéria seca para animais em terminação

Tamponantes	Nível de uso (% na matéria seca)
Bicarbonato de sódio	0,75 – 1,5
Carbonato de cálcio	1,0
Óxido de magnésio	0,5 – 0,75

Fonte: Stock e Mader, 1998.

2.3.7 Própolis

O uso da própolis como tratamento terapêutico natural vem de mais de 5000 anos (ANDRÉA et al., 2005). De acordo com Brasil (2001), própolis é o produto oriundo de substâncias resinosas, gomosas e balsâmicas, colhidas pelas abelhas, de brotos, flores e exsudados de plantas, nas quais as abelhas acrescentam secreções salivares, cera e pólen para elaboração final do produto. Tal produto atua na vedação e proteção da colmeia contra ataque dos insetos e microrganismos e auxilia na manutenção da temperatura e umidade da colméia.

Há alguns anos, pesquisas são realizadas com o objetivo de estabelecer adequada produção de amônia e metano pelos ruminantes, através de alterações na composição da dieta ou pelo uso de aditivos alimentares, a exemplo dos ionóforos poliéster carboxílicos, leveduras, fungos, antibióticos não-ionóforos, lipídeos insaturados, ácidos orgânicos, e mais recentemente, a própolis de abelha (LEOPOLDINO, 2004).

Segundo Mirzoeva et al. (1997), a própolis exerce ação bacteriostática sobre bactérias *gram*-positivas e algumas *gram*-negativas, aparentemente pela modificação do *status* bioenergético da membrana bacteriana e inibição de sua motilidade, o que remete à atividade dos ionóforos.

Prado et al. (2010) ao realizarem um trabalho sobre a influência da adição da própolis sobre o CMS, não observaram um efeito significativo na redução do consumo, porém, Loureiro et al. (2007) constataram redução no CMS em cordeiros alimentados com rações com 15 e 30 mg de extrato de própolis kg^{-1} de peso corporal em comparação a uma ração controle.

Bonomi e Bonomi (2002) observaram o efeito da própolis sobre o desempenho dos animais ao incluírem doses crescentes de 20, 40 e 60 ppm na dieta de bovinos, não castrados, da raça Limousin e verificaram que o própolis melhorou o ganho de peso em 4,5; 9,0 e 12,0%,

respectivamente. Eles também verificaram melhora na conversão alimentar da MS em 5,0; 10,0 e 15,0%, respectivamente, com os níveis crescentes de própolis.

A própolis surge como alternativa por ser um produto natural e de baixo custo, no entanto, grande parte dos estudos realizados foram *in vitro*, sendo necessário maiores estudos *in vivo*, além de uma padronização das dosagens dos extratos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de alguns aditivos diminui a excreção de compostos nitrogenados e a emissão de metano, que além de serem ineficientes no processo fermentativo no rúmen, constituem em fontes importantes de poluição ambiental e de efeito estufa.

Com exceção dos ionóforos que já possuem seu mecanismo de ação bem definido, existe a necessidade de mais estudos sobre os demais aditivos para estabelecer níveis adequados de suplementação, interações entre aditivo e microbiologia com os demais componentes da dieta, tipo de dieta, tipo de animal e, principalmente ação a longo prazo.

A maioria dos efeitos e mecanismos de ação dos aditivos foram estabelecidos *in vitro*, havendo a necessidade da confirmação desses resultados *in vivo*, determinando a resposta na produção animal e estabelecendo a relação custo:benefício na prática.

Torna-se necessário determinar os efeitos do uso desses aditivos na saúde humana, considerando entre outros fatores, resistência de bactérias, efeito residual e transferência do princípio ativo através dos produtos de origem animal.

REFERÊNCIAS

AFONSO, J. A. B.; et al. Características e indicações clínicas dos ionóforos para ruminantes. **Revista Conselho Federal de Medicina Veterinária**, Brasília, v. 20, p. 29-36, 2000.

ALLISON, M. J. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes - fisiologia dos animais domésticos**, 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 1996. 856 p.

ALMEIDA, R. de; et al. Fazendas de terminação. In: PIRES, A. V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010, v. I. p. 183-199.

AMARO, F. de R.; et al. Efeitos de níveis e períodos de adaptação à lasalocida sódica sobre os parâmetros de fermentação ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2299-2306, 2002.

ANDRÉA, M. V.; COSTA, C. N.; CLARTON, L. Própolis na cura e prevenção de doenças? Pode ser uma boa alternativa! **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, p. 19-21, 2005.

ANDRIGUETTO, J. M.; et al. **Nutrição Animal**, v. 1, São Paulo: Nobel, 2002. 395 p.

ARAÚJO, J. dos S. **Avaliação do ionóforo monensina sódica no consumo, digestibilidade, ganho de peso e pH ruminal em ovinos**. 2005. 126 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

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

ASANUMA, N.; IWAMOTO, M.; HINO, T. Effect of the addition of fumarate on methane production by ruminal microorganisms in vitro. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 780-787, 1999.

BARROS, C. S. L. Intoxicação por antibióticos ionóforos. In: FRANKLIN, R. C.; et al. **Doenças de ruminantes e equinos**. São Paulo: Varela, 2001, p. 186-191.

BEAUCHEMIN, K. A.; et al. Effects of fibrolytic enzymes in corn or barley diets on performance and carcass characteristics of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 645-653, 1997.

BEHARKA, A. A.; NAGARAJA, T. G. Effect of *Aspergillus oryzae* extract alone or in combination with antimicrobial compounds on ruminal bacteria. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 6, p. 1591-1598, 1998.

BERCHIELLI, T. T.; BERTIPAGLIA, L. M. A. Utilização de aditivos na produção de bovinos de corte. In: PIRES, A. V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010, v. I. p. 295-330.

BRANCO, A. F.; BEZERRA, E. da S.; ZEOULA, L. M. Efeito da lasalocida sódica, na dieta de bovinos Nelore em confinamento, sobre características de produção e carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 4, p. 713-722, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa SDA n. 3, de 19 de janeiro de 2001. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de apitoxina, cera de abelha, geléia real, geléia real liofilizada, pólen apícola, própolis e extrato de própolis. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 13 de 30 de novembro de 2004. Aprova o regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 01 de dezembro de 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 15 de 26 de maio de 2009. Regulamento técnico que dispõe acerca dos procedimentos para registro de estabelecimentos e dos produtos destinados à alimentação animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 de maio de 2009. Seção 1.

BONOMI, A.; BONOMI, B. M. L'impiego della propoli nell'alimentazione dei vitelloni. **Rivista di Scienza dell'Alimentazione**, v. 31, n. 1, p. 91-103, 2002.

BORGES, L. F. de O.; et al. Efeitos da enramicina e da monensina sódica no consumo de matéria seca, na fermentação ruminal e no comportamento alimentar em bovinos alimentados com dietas com alto nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 681-688, 2008.

CAMPOS, W. E.; SATURNINO, H. M. Ionóforos na alimentação de bovinos. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, n. 39, p. 71-84, Belo Horizonte: UFMG, 2002.

CHANG, J. S.; HARPER, E. M.; CALZA, R. E. Fermentation extract effects on the morphology and metabolism of the rumen fungus *Neocallimastix frontalis* EB188. **Journal of Applied Microbiology**, Danvers, v. 86, n. 3, p. 389-398, 1999.

COSTA, M. A. L.; et al. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 268-279, 2005.

DEHORITY, B. A.; TIRABASSO, P. A. Antibiosis between ruminal bacteria and ruminal fungi. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 66, n. 7, p. 2921-2927, 2000.

DIVISÃO DE ADITIVOS/CPAA/DFIP/DAS. 2008. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/alimentacao/aditivos/aditivos-autorizados>>. Acesso em: 17 de abril de 2012.

FENG, P.; et al. Effect of enzyme preparations on in situ and in vitro degradation and in vivo digestive characteristics of mature cool-season grass forage in beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 1349-1357, 1996.

FERELI, F.; et al. Monensina sódica e *Saccharomyces cerevisiae* em dietas para bovinos: fermentação ruminal, digestibilidade dos nutrientes e eficiência de síntese microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 183-190, 2010.

FLACHOWSKY, G.; RICHTER, G. H. Effect of flavomycin on the apparent digestibility of crude nutrients in wethers, parameters of rumen fermentation in cattle and feed intake and weight gain of heifers. **Archiv fuer Tierernaehrung**, v. 41, n. 3, p. 303-310, 1991.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection by farms animals**. 2. ed. Cambridge: CAB International, 2007. 449 p.

FORBES, J. M. Voluntary feed intake. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J. M.; FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2. ed. Cambridge: University Press, 2005.

FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M. H. T. População protozoários ciliados e degradabilidade ruminal em búfalos e bovinos zebuínos sob dieta à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1853-1861, 2000.

GALLARDO, M. R.; et al. Monensin for lactating dairy cows grazing mixed-alfalfa pasture and supplemented with partial mixed ration. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 2, p. 644-652, 2005.

GARCIA, C. C. G.; et al. Effect of a yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and monensin on ruminal fermentation and digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 83, n. 2, p. 165-170, 2000.

GAVA, A.; et al. Intoxicação por salinomicina em bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 17, p. 127-130, 1997.

GATTASS, C. B. A. **Influência da suplementação com cultura de levedura na digestibilidade, fermentação ruminal e ganho de peso de bovinos de corte**. 2005. 50 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2005.

GIBB, D. J.; et al. Effect of salinomycin or monensina on performance and feeding behavior of cattle fed wheat-or barley-based diets. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 81, p. 253-261, 2001.

GRAMINHA, C. V.; et al. **Aditivos na produção de bovinos confinados**. São Paulo, 2007. Disponível em: < http://www.grupoapb.com.br/pdf/bovinos_confinados.pdf >. Acesso em: 04 de maio de 2012.

GREEN, B. L.; et al. The impact of a monensin controlled-release capsule on subclinical ketosis in the transition dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 2, p. 333-342, 1999.

HRISTOV, A.N.; McALLISTER, T.A.; CHENG, K.J. Intraruminal supplementation with increasing levels of exogenous polysaccharide-degrading enzymes: effects on nutrient digestion in cattle feed barley grain diets. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 477-487, 2000.

LANA, R. de P.; RUSSELL, J. B. Efeitos da monensina sobre a fermentação e sensibilidade de bactérias ruminais de bovinos sob dietas ricas em volumoso ou concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 254-260, 2001.

LANA, R.P.; et al. Efeito da monensina e lasalocida sobre a atividade de fermentação de aminoácidos in vitro pelos microrganismos ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 724-730, 2002.

LANA, R. de P.; RUSSELL, J. B.; VAN AMBURGH, M. E. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 8, p. 2190-2196, 1998.

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.

LEMA, A. C. F. **Produção e qualidade de carcaças de bovinos terminados em confinamento**. 2001. 95 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

LEOPOLDINO, W. M. **Efeito da monensina, lasalocida, própolis, acidez e lipídios sobre a perda de potássio e fermentação de populações de bactérias do rúmen**. 2004. 54 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

LIN, K. W.; PATERSON, J. A.; LADISCH, M. R. Anaerobic fermentation: microbes from ruminants. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 7, n. 3, p. 98-107, 1985.

LONDOÑO, A. A. S.; et al. Estudo da microflora intestinal utilizando *Dichanthium aristatum* e dois suplementos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora – MG. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997, p. 137.

LÓPEZ, S.; et al. Influence of sodium fumarate addition on rumen fermentation in vitro. **British Journal of Nutrition**, v. 81, p. 59-64, 1999.

LOUREIRO, C. M. B.; et al. Eficácia do extrato de própolis no controle de helmintoses de cordeiros naturalmente infectados. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. CD-ROM.

MARTIN, S. A. et al. Effects of dl-malate on ruminal metabolism and performance of cattle fed a high-concentrate diet. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1008-1015, 1999.

MARTIN, S. A. Manipulation of ruminal fermentation with organic acids: a review. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 3123-3132, 1998.

MARTIN, S. A.; NISBET, D. J. Effect of direct-feed microbials on rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**. Savoy, v. 75, p. 1736-1744, 1992.

MARTIN, S. A.; PARK, C. M. Effect of extracellular hydrogen on organic acid utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. **Current Microbiology**, v. 32, p. 327-331, 1996.

MAAS, J. A.; et al. The effect of season and monensin sodium on the digestive characteristics of autumn and spring pasture fed to sheep. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 4, p. 1052-1058, 2001.

McALLISTER, T. A.; et al. Enzymes in ruminant diets. In: BEDFORD, M. R., PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm animal nutrition**. Oxon: Cab International, 2001. p. 273-298.

MEDEIROS, S. R.; LANNA, D. D. P. Uso de aditivos na bovinocultura de corte. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1999, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1999. p. 171-190.

MEDEL, M.; et al. Modo de acción del monensin en metabolismo ruminal y comportamiento animal. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 18, n. 3, p. 153-173, 1991.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G. C. **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994, p. 450-493.

MILLEN, D. D.; et al. Manipulação da fermentação ruminal: saúde animal e qualidade do produto final. **Pubvet**, Londrina, v. 1, n. 5, 2007.

MIRZOEVA, O. K.; GRISHANIN, R. N.; CALDER, P. C. Antimicrobial action of propolis and some of its components: the effects on growth, membrane potential and motility of bacteria. **Microbiological Research**, v.152, p. 239-246, 1997.

MOGENTALE, S. M. **Efeitos da flavomicina ou da monensina sobre a fermentação e a digestão ruminal e total em bovinos**. 2005. 105 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

MORAIS, J. A. da S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de. **Nutrição de ruminantes**. 2. ed., Jaboticabal: FUNEP, 2011, p. 565-600.

NASCIMENTO, P. M. L. do; FARJALLA, Y. B.; NASCIMENTO, J. L. do. Consumo voluntário de bovinos. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Málaga, v. 10, n. 10, 2009.

NAGAJARA, T. G.; et al. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. **The rumen microbial ecosystem**. 2. ed., Great Britain: Blackie Academic e Professional, 1997. p. 523-632.

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

NICODEMO, M. L. F. Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte. **Documentos 106, Embrapa Gado de Corte**, Campo Grande-MS, 2001. 54 p.

NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; et al. Volume líquido e taxa de *turnover* no rúmen de zebuínos e bubalinos submetidos a dietas com volumoso e concentrados e sua relação com protozoários ciliados. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2004.

NUÑEZ, A. J. C. **Uso combinado de ionóforo e virginamicina em novilhos Nelore confinados com dietas de alto concentrado**. 2008. 67 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P. de; LIMA, M. L. M. de. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de. **Nutrição de ruminantes**. 2. ed., Jaboticabal: FUNEP, 2011, p. 193-238.

OLIVEIRA, J. S. de; ZANINE, A. de M.; SANTOS, E. M. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Málaga, v. 6, n. 11, 2005a.

OLIVEIRA, M. V. M. de; et al. Influência da monensina no consumo e na fermentação ruminal em bovinos recebendo dietas com teores baixo e alto de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1763-1774, 2005b.

OLIVEIRA, M. V. M. de; et al. Influência da monensina sódica no consumo e na digestibilidade de dietas com diferentes teores de proteína para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 643-651, 2007.

OLIVEIRA, M. V. M. de; et al. Desempenho de novilhas Holandesas confinadas com dietas com diferentes níveis de monensina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1835-1840, 2009.

ORTOLAN, J. H. **Efeito da levedura, monensina sódica e salinomicina na degradabilidade, digestibilidade, parâmetros ruminais e protozoários ciliados de novilhos Nelore arraçoados com dietas concentradas**. 2005. 61 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

OTERO, W. G. **Avaliação da diversidade microbiana e degradabilidade *in situ* em animais tratados com preparado de anticorpos policlonais contra bactérias produtoras de lactato e bactérias proteolíticas.** 2008. 85 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. In: CHURCH, C. D. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition.** New Jersey: Waveland Press, 1993, 564 p.

PLAZIER, J. C.; et al. Effect of a prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on apparent digestibilities and nitrogen utilization in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 12, p. 2918-2925, 2000.

PRADO, O. P. P. do; et al. Digestibilidade e parâmetros ruminais de dietas à base de forragem com adição de própolis e monensina sódica para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1336-1345, 2010.

PRITCHARD, G.; et al. Effect of direct-fed fibrolytic enzymes on digestion and growth performance in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 77, 1996.

RANGEL, A. H. do N.; et al. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 8, n. 2, p. 173-182, 2008.

REIS, R. A.; MORAIS, J. A. da S.; SIQUEIRA, G. R. Aditivos alternativos para a alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2, 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2006, p. 1-40.

RESTLE, J.; et al. Terminação em confinamento de vacas e novilhas sob dietas com ou sem monensina sódica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1801-1812, 2001.

RODE, L. M.; YANG, W. Z.; BEAUCHEMIN, K. A. Fibrolytic enzyme supplements for dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 2121-2126, 1999.

RODRIGUES, P. H. M.; et al. Monensina e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso e concentrado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 449-455, 2001.

RODRIGUES, P. H. M.; LUCCI, C. S.; MELOTTI, L. Efeitos da lasalocida sódica e proporção volumoso/concentrado sobre a degradabilidade *in situ* do farelo de soja e do feno

Coast cross [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] em vacas secas. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 37, n. 3, 2000.

ROGERS, J. A.; et al. Effects of dietary virginiamycin on performance and liver abscess incidence in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 73, p. 9-20, 1995.

ROSO, C.; RESTLE, J. Lasalocida sódica suplementada via sal para fêmeas de corte mantidas em pastagem cultivada de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 830-834, 2001.

RUIZ, R.; et al. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh forage. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.7, p.1717-1727, 2001.

SAAD, S. M. I. Probióticos e pré-bióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, p. 1-16, 2006.

SALLES, M. S. V.; LUCCI, C. de S. Monensina para bezerros ruminantes em crescimento acelerado. 1. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 573-581, 2000.

SALMAN, A. K. D.; PAZIANI, S. de F.; SOARES, J. P. G. Utilização de ionóforos para bovinos de corte. **Documentos 101, Embrapa Rondônia**, Porto Velho-RO, 2006. 24 p.

SCHRIJVER, R. de; FREUMAT, D.; CLAES, B. Flavomycin effects on performance of beef bulls and nutrient digestibility in wethers. **Deutsche Tierärztliche Wochenschrift**, v. 98, n. 2, p. 47-50, 1991.

SEWELL, H. B. **Feed additives for beef cattle**. Agricultural publication G02075, 1993. Disponível em: < <http://www.feedbarnstore.com/animalscience/beef/G02075.PDF>>. Acesso em: 07 de maio de 2012.

SITTA, C. **Aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) em dietas com altos teores de concentrado para tourinhos da raça Nelore em terminação**. 2011. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2011.

SOUZA, T. S.; et al. Intoxicação por monensina em ovinos. **Archives of Veterinary Science**, v. 13, n. 4, p. 280-284, 2008.

STOCK, R.; MADER, T. **Feed additives for beef cattle**. Nebguide G85-761-A, 1998. Disponível em: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1295&context=extensionhist>. Acesso em: 07 de maio de 2012.

STRADIOTTI JÚNIOR, D. **Ação da própolis sobre a fermentação ruminal**. 2002. 68 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

VAN HEIJENOORT, J. Formation of the glycan chains in the synthesis of bacteria peptidoglycan. **Glycobiology**, v. 11, p. 25-36, 2001.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476 p.

VIDAL, J. M.; et al. Efeito de diferentes doses de enxofre no consumo voluntário e nas populações de protozoários do rúmen de novilhas mestiças alimentadas com capim-elefante de baixa qualidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 218-222, 2007.

VIERA, D. M. The role of ciliate protozoa in nutrition of ruminant. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1547-1560, 1986.

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

WILLIAMS, A. G.; COLEMAN, G. S. The rumen protozoa. In: HOBSON, P. N. **The rumen microbial ecosystem**. England: Elsevier Applied Science, 1988, 528 p.

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 patterns in the rumen of steers. **Journal of Animal Science**. Savoy, v. 69, p. 3016-3026, 1991.

TEIXEIRA, J. C. **Fisiologia digestiva dos animais ruminantes**. Lavras: UFLA, 1996. 260 p.