**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) em dietas com altos teores de concentrado para tourinhos da raça Nelore em terminação

Cristiane Sitta

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

**Piracicaba
2011**

Cristiane Sitta
Zootecnista

Aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) em dietas com altos teores de concentrado para tourinhos da raça Nelore em terminação

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010

Orientador:
Prof. Dr. **FLÁVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

**Piracicaba
2011**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Sitta, Cristiane

Aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) em dietas com altos teores de concentrado para tourinhos da raça Nelore em terminação / Cristiane Sitta. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010. - - Piracicaba, 2011.
87 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Aditivos alimentares para animal 2. Confinamento animal 3. Antibióticos 4. Gado nelore 5. Probióticos I. Título

CDD 636.291
S623a

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

Aos meus pais *Ciro Luis Sitta e Beatriz Aparecida Mendes;*

À meu irmão *Ciro Mendes Sitta*

DEDICO

Aos meus avós,

José Mendes Baptista e Martha Brendolan Mendes;

Tercílio Sitta e Hermantina Malvestiti Sitta

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter feito o que sou hoje e por ter me guiado aos caminhos certos da vida;

Ao meu orientador Prof. Dr. Flávio Augusto Portela Santos pela confiança, incentivo, amizade e por todo apoio e oportunidades oferecidas no decorrer destes anos;

À Prof^a. Dra. Carla Maris Bittar e ao Dr. Alexandre Mendonça Pedroso pela amizade, atenção e colaboração nos trabalhos;

Ao Prof. Gerson Barreto Mourão e João Ricardo Rebouças Dórea pela contribuição com as análises estatísticas;

Aos demais Professores do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, que contribuíram para minha formação profissional;

Aos colegas de pós-graduação Fernanda Lopes Macedo, Mariana Soares Peres, Lucas Jado Chagas, Rodrigo da Silva Marques, João Ricardo Rebouças Dórea, Vinícius Gouvêa, Luiz Roberto Dell'Agostinho (Conçolo), Rafaela Carareto (Sakudida), Marina de Arruda Camargo Danés (Uruk), Camila Takassugui Gomes, José Thiago das Neves Neto, Jakeline Romero, Junio César Martinez e Arlindo Pacheco Júnior pela amizade e ajuda na condução das pesquisas;

A todos os estagiários do Nutribov e CPZ (Clube de Práticas Zootécnicas) pela colaboração nos trabalhos, em especial, Douglas Augusto Rodrigues e Tatiane Galego Neri (Azda);

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia pelo auxílio nos trabalhos, em especial, Laureano Alves da Silva, sempre ao nosso lado nos ajudando em todos os momentos;

Ao funcionário do Laboratório de Bromatologia da ESALQ/USP Carlos César Alves, pela ajuda na realização das análises laboratoriais;

Às bibliotecárias Eliana Maria Garcia e Silvia Zinsly, pelas correções, paciência e compreensão;

Aos meus familiares pelo incentivo, em especial meu tio Tercílio Sitta Júnior, pelo grande exemplo de vida;

A todos meus amigos, em especial Lilian Rezende, Fernanda Zinsly e Gabriela Oliveira pelo grande apoio e companheirismo todos estes anos;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo concedida;

À Phibro Animal Health, em especial Lilian Pulz e César Lopes pela doação dos produtos e por toda atenção oferecida;

À Vallée, Lesaffre e Vitafort pela doação dos produtos;

À Nutron Alimentos pela doação do sal mineral;

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 Utilização de aditivos na dieta de bovinos	17
2.2 Antibióticos ionóforos	18
2.3 Antibióticos não ionóforos	28
2.4 Restrições ao uso de antibióticos	30
2.5 Probióticos	32
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.1 Local dos experimentos	39
3.2 Instalações e animais	39
3.3 Tratamentos	39
3.3.1 Experimento 1	39
3.3.2 Experimento 2	40
3.4 Dieta experimental	40
3.4.1 Amostragem dos ingredientes da dieta e análises	42
3.5 Parâmetros avaliados	43
3.5.1 Desempenho	43
3.5.2 Características de carcaça	44
3.5.3 Digestibilidade do amido	45
3.5.4 Energia líquida	46
3.5.5 Comportamento animal	47
3.6. Análise Estatística	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1 Experimento 1	49
4.2 Experimento 2	57
5 CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS	69

RESUMO

Aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) em dietas com altos teores de concentrado para tourinhos da raça Nelore em terminação

Foram conduzidos dois experimentos no confinamento experimental do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP com o objetivo de estudar os efeitos de diferentes aditivos em dietas para bovinos terminados em confinamento. As dietas continham 78,1% de milho moído fino, 12% feno de Tifton-85, 6% melaço de cana, 2,5% mineral, 1,4% uréia e os respectivos aditivos. No experimento 1 foram utilizados 134 tourinhos da raça Nelore com 24 meses de idade e 330 kg de peso corporal médio inicial, alocados em 24 baias por 102 dias. Os tratamentos foram: 1) Controle (sem aditivo), 2) Monensina (30 ppm), 3) Monensina (20 ppm) + Virginiamicina (15 ppm), 4) Monensina (30 ppm) + Virginiamicina (15 ppm), 5) Virginiamicina (17 ppm), 6) Salinomicina (13 ppm) + Virginiamicina (15 ppm). No experimento 2 foram utilizados 93 tourinhos da raça Nelore com 24 meses de idade e 320 kg de peso corporal médio inicial, alocados em 16 baias por 109 dias. Os tratamentos foram: 1) Controle (sem aditivo), 2) Monensina (30 ppm), 3) Levedura (*Saccharomyces cerevisiae*; 10^9 UFC/g) 10g/animal/dia, 4) Combinação dos microrganismos probióticos *Bifidobacterium bifidum* ($3,33 \times 10^6$ UFC/g), *Lactobacillus acidophilus* ($3,33 \times 10^6$ UFC/g), *Lactobacillus plantarum* ($1,66 \times 10^6$ UFC/g), *Enterococcus faecium* ($1,66 \times 10^6$ UFC/g) e *Saccharomyces cerevisiae* ($3,33 \times 10^5$ UFC/g) – FLORAFORT® na dosagem de 3g/animal/dia. No experimento 1, a suplementação com monensina sódica exclusiva e em combinação com virginiamicina reduziu ($P < 0,1$) a ingestão de MS (9,89; 9,20; 9,29; 8,98; 9,76; 9,85). O ganho de peso diário dos animais (1,33; 1,33; 1,39; 1,44; 1,45; 1,49) não foi afetado pelos tratamentos ($P > 0,05$). Em comparação com o tratamento controle, a suplementação com Monensina (30 ppm) + Virginiamicina (15 ppm) aumentou a eficiência alimentar dos animais ($P < 0,05$). O uso de aditivos antibióticos foi efetivo ($P < 0,05$) para aumentar os valores de energia líquida de ganho das dietas (1,05; 1,14; 1,17; 1,26; 1,15; 1,16). No experimento 2, a monensina sódica reduziu a ingestão de MS ($P < 0,1$) em comparação com os demais tratamentos (9,35; 8,25; 9,33; 9,20). O ganho de peso diário, a eficiência alimentar e a densidade energética das dietas não foram afetados pela monensina sódica e pelos probióticos testados ($P > 0,05$).

Palavras-chave: Desempenho animal; Confinamento; Monensina; Salinomicina; Virginiamicina; Probiótico

ABSTRACT

Additives (ionophores, non ionophores antibiotics and probiotics) for Nellore bulls fed high concentrate diets

Two trials were conducted at the ESALQ/USP Animal Science Department experimental feedlot to evaluate the effect of different feed additives in feedlot finished cattle. The animals were fed with 78.1% ground corn, 12% Tifton hay, 6% sugarcane molasses, 2.5% mineral, 1.4% urea and the respective additives. The first trial had 134 Nellore bulls with an average of 24 months and 330 Kg of initial body weight, allocated in 24 pens for 102 days. Treatments were: 1) Control (without additive), 2) Monensin (30 ppm), 3) Monensin (20 ppm) + Virginiamycin (15 ppm), 4) Monensin (30 ppm) + Virginiamycin (15 ppm), 5) Virginiamycin (17 ppm), 6) Salinomycin (13 ppm) + Virginiamycin (15 ppm). The second trial had 93 Nellore bulls with an average of 24 months and 320 Kg of initial body weight, allocated in 16 pens for 109 days. Treatments were: 1) Control (without additive), 2) Monensin (30 ppm), 3) Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) 10g/animal/day – 10^9 UFC/g, 4) Combination of probiotic microorganisms: *Bifidobacterium bifidum* (3.33×10^6 UFC/g), *Lactobacillus acidophilus* (3.33×10^6 UFC/g), *Lactobacillus plantarum* (1.66×10^6 UFC/g), *Enterococcus faecium* (1.66×10^6 UFC/g) and *Saccharomyces cerevisiae* (3.33×10^5 UFC/g) – FLORAFORT® 3g/animal/day. In the first trial, the results showed that monensin alone or in combination with virginiamycin decreased ($P < 0.1$) dry matter intake (9.89; 9.20; 9.29; 8.98; 9.76; 9.85). The average daily gain (1.33; 1.33; 1.39; 1.44; 1.45; 1.49) was not affected by the treatments ($P > 0.05$). In comparison to the control diet, the monensin (30 ppm) + virginiamycin (15 ppm) supplementation increased feed efficiency ($P < 0.05$). The use of antibiotic additives was effective ($P < 0.05$) to increase the diet energy values (1.05; 1.14; 1.17; 1.26; 1.15; 1.16). In the second trial, monensin decreased dry matter intake ($P < 0.1$) in comparison to the other treatments (9.35; 8.25; 9.33; 9.20). Average daily gain, feed efficiency and diet energy density were not affected by monensin and probiotics ($P > 0.05$).

Keywords: Animal performance; Feedlot; Monensin; Salinomycin; Virginiamycin; Probiotic

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas houve aumento substancial na oferta mundial de alimentos em virtude do aprimoramento das técnicas de produção. Entretanto, as projeções da FAO indicam aumento expressivo da demanda por alimentos na próxima década, principalmente nos países em desenvolvimento. Destaque especial foi dado para o setor de carnes aviária, suína e bovina.

No tocante à carne bovina, espera-se aumento na demanda mundial da ordem de 9,2 milhões de toneladas de equivalente carcaça até 2019. Para atender essa demanda crescente, faz-se necessária a aplicação de tecnologia e a intensificação dos sistemas de produção para que se possa explorar o máximo potencial produtivo dos animais.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo (205,292 milhões de cabeças em 2009), sendo o segundo maior produtor e maior exportador mundial de carne bovina. Esses números e a redução do rebanho de matrizes observada nos últimos anos em alguns dos principais competidores internacionais do país colocam o Brasil como o país com maior potencial para suprir a maior parte da demanda crescente de carne bovina pelo mercado internacional.

Segundo dados da Informa Economics FNP, nos últimos anos, o número de animais confinados no Brasil teve crescimento de 19,6%, tendo como os principais estados confinadores Goiás, São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. De acordo com levantamento feito por Millen et al. (2009) o número de animais confinados no Brasil foi aproximadamente 3,2 milhões de cabeças em 2008 e 2,6 milhões de cabeças em 2010 (OLIVEIRA, 2011; dados não publicados).

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 tem aumentado o interesse e a viabilidade da inclusão de doses cada vez maiores de grãos nas dietas de bovinos confinados em terminação no Brasil em virtude do crescimento expressivo da safra nacional, do custo elevado da energia contida em forragens

conservadas e por questões de operacionalidade nos confinamentos de grande porte que vêm crescendo em número no país (SANTOS et al., 2011).

Na terceira estimativa da safra nacional de cereais, leguminosas e oleaginosas, feita pelo IBGE, foi projetada uma produção da ordem de 155,6 milhões de toneladas, superior em 4,0% à safra recorde de 2010 (149,7 milhões de toneladas). A área a ser colhida em 2011, de 48,1 milhões de hectares, apresenta acréscimo de 3,3%, frente à área colhida em 2010. As três principais culturas, que somadas representam 90,8% da produção de cereais, leguminosas e oleaginosas, são o arroz, o milho e a soja, e respondem por 82,4% da área a ser colhida registrando, em relação ao ano anterior, variações de +1,7%, +2,2% e +2,1%, respectivamente.

Dietas com altos teores de grãos propiciam ganho de peso mais rápido, melhor conversão alimentar e carcaças com melhor acabamento e rendimento, podendo tornar a atividade mais rentável (PRESTON, 1998; SANTOS et al., 2004; NUNEZ, 2008; CARARETO, 2011). Porém, este tipo de dieta também pode proporcionar riscos aos animais, como por exemplo, a incidência de distúrbios metabólicos, prejudicando o seu desempenho. Como alternativa para atenuar estes riscos e proporcionar bons resultados, aditivos podem ser adicionados às dietas de ruminantes, dentre eles, antibióticos ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos.

Os ionóforos, como a monensina sódica e a salinomycin, atuam modificando a população microbiana ruminal, por seleção de bactérias gram-negativas, produtoras de ácido succínico e propiônico, e inibição das gram-positivas, produtoras de ácido acético, butírico, láctico e hidrogênio (RUSSELL e STROBEL, 1988; MORAIS et al., 2006), tendo como vantagens a melhora da eficiência do metabolismo energético e protéico, bem como reduções na incidência de distúrbios digestivos (BERGEN e BATES, 1984).

Os efeitos dos antibióticos não ionóforos como a virginiamicina, têm sido relacionados às alterações na população ou atividades metabólicas das bactérias que habitam o trato gastrointestinal, especificamente bactérias gram-positivas. Apesar do número limitado de trabalhos, têm sido observados efeitos benéficos deste aditivo no crescimento e eficiência alimentar de bovinos como também a redução da incidência de abscessos hepáticos.

Em virtude da restrição ao uso de antibióticos como promotores de crescimento nos países da Comunidade Européia, tem crescido o interesse pela utilização de aditivos microbianos (bactérias, fungos e leveduras) na dieta de ruminantes. O número de trabalhos com esses aditivos para bovinos confinados com dietas com teores altos de concentrado ainda é limitado, e os dados disponíveis até o momento ainda apresentam certa inconsistência. Dados com animais zebuínos são ainda mais escassos na literatura internacional.

Com base no exposto acima, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) no desempenho e na saúde ruminal e hepática de tourinhos da raça Nelore recebendo dietas com teores altos de concentrado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Utilização de aditivos na dieta de bovinos

O Ministério da Agricultura define aditivo como substância intencionalmente adicionada ao alimento com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique seu valor nutritivo.

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).

Os antibióticos podem ser divididos em dois grupos, ionóforos e não ionóforos, de acordo com o seu modo de ação. Os ionóforos começaram a ser utilizados durante a década de 70. São produzidos principalmente por bactérias do gênero *Streptomyces* (REIS, 2006). Em 1971, foi aprovada sua utilização para aves, com o objetivo de controle da coccidiose e em 1975, o Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos aprovou sua utilização como promotor de crescimento para bovinos confinados (McGUFFEY, 2001).

Existem seis ionóforos aprovados no Brasil, quatro para uso exclusivo em aves domésticas (lasalocida, maduramicina, narasina e senduramicina), um para uso em aves e bovinos (monensina) e um indicado para bovinos e suínos, além das aves domésticas (salinomicina) (SPISSO, 2010).

O uso de antibióticos não ionóforos como promotores de crescimento para bovinos de corte ainda é pouco explorado no Brasil. No entanto, a virginiamicina tem apresentado efeitos positivos sobre o ganho de peso e eficiência alimentar, tanto para monogástricos como para ruminantes (ROGERS et al., 1995; COE et al., 1999; IVES et al., 2002; AGUDELO et al., 2007; NUNEZ, 2008; STEWART et al., 2010).

Em virtude da restrição ao uso de antibióticos como promotores de crescimento em dietas de animais nos países da Comunidade Européia e pressões cada vez maiores de grupos de consumidores, tem crescido o interesse pelo uso de substâncias

“naturais” promotoras de crescimento, tais como aditivos microbianos (bactérias, fungos e leveduras) (GOES et al., 2005).

2.2 Antibióticos ionóforos

Antibióticos ionóforos são moléculas de baixo peso molecular produzidas por cepas de *Streptomyces* sp. (OVCHINNIKOV, 1979). Esses aditivos são utilizados extensamente na produção animal por melhorar a eficiência do metabolismo energético e protéico e diminuir a incidência de distúrbios digestivos, resultando em aumento na produtividade animal (BERGEN e BATES, 1984). De acordo com Millen et al. (2009) os ionóforos são os principais aditivos alimentares utilizados em confinamentos brasileiros.

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.

São assim chamados por causa de sua propriedade transportadora de íons, possuindo capacidade de formar complexos lipossolúveis com cátions e mediar seu transporte através das membranas lipídicas. São úteis no controle da acidose ruminal, pois deprimem ou inibem os microrganismos gram-positivos que são produtores primários de ácido láctico, sem impedir a utilização deste por bactérias gram-negativas como *Megasphaera Elsdenii* e *Selenomonas ruminantium* (NAGARAJA; TAYLOR 1987).

Os ionóforos são altamente efetivos contra bactérias gram-positivas, e exibem pouca ou nenhuma atividade contra bactérias gram-negativas. As bactérias gram-negativas possuem uma camada lipídica externa que contém porinas (canais de proteínas) com um tamanho limite de aproximadamente 600 Dalton. A maioria dos ionóforos é maior que 600 Dalton, não passando através das porinas (NAGAJARA et al., 1997). As bactérias gram-positivas não possuem essa camada externa e o ionóforo pode penetrar livremente na membrana celular (Figura 1).

Figura 1 - Representação esquemática da parede celular de bactérias Gram-negativas e Gram-positivas
 Fonte: Morais et al. (2006)

As bactérias mantêm altas concentrações internas de K^+ , maiores do que no meio externo. Para manter o interior mais alcalino, as células expõem prótons através da membrana celular. Altas concentrações de K^+ no interior da célula são necessárias para tamponar o pH por meio da troca de K^+/H^+ . Para que o pH se estabilize, o excesso de prótons deve ser expulso da célula. Um gradiente químico de prótons é formado juntamente com um potencial elétrico, que vão ser responsáveis pela formação da força motriz de prótons, utilizada para importar solutos para o interior da membrana.

O mecanismo de ação dos ionóforos está relacionado à sua habilidade em alterar o fluxo de cátions através da membrana. Segundo McGuffey (2001), cada ionóforo é capaz de se ligar conforme seu tamanho com um cátion apropriado. A ligação com o cátion inicia a formação do complexo cátion-ionóforo, o qual pode difundir-se pelo interior da membrana.

O complexo alcança o lado oposto da membrana, onde é novamente exposto a um ambiente polar, onde o cátion é trocado por um próton. O ionóforo deve estar na forma aniônica antes de ser capaz de ligar-se a um metal catiônico. Além disso, a difusão através da membrana não pode ocorrer ao menos que o ionóforo esteja na sua forma protonada ou como um zwitterion.

pesquisas com ionóforos eram as modificações na produção de ácidos graxos voláteis (AGV). Os ionóforos diminuem as concentrações molares de acetato e butirato e aumentam as concentrações de propionato.

Hungate (1966) e Chalupa (1977) relataram que 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. O aumento da eficiência na fermentação pode contar com um benefício equivalente a 1,6% de aumento na energia digestível (OWENS, 1980).

Além de modificar as concentrações dos AGV no rúmen, os ionóforos também diminuem a produção de metano pelos microrganismos ruminais. Em estudos *in vitro* (BARTLEY et al., 1979; CHALUPA et al., 1980) e *in vivo* (JOYNER et al., 1979; THORNTON e OWENS, 1981; BENZ e JOHNSON, 1982) foram observadas menores produções de metano com a utilização de monensina.

Segundo Tedeschi et al. (2003), no ambiente ruminal ocorre produção de hidrogênio durante a fermentação da glicose, sendo o excesso desse hidrogênio eliminado primeiramente através da formação de metano (CH₄). Segundo Wolin (1960), o balanço estequiométrico de AGV, gás carbônico (CO₂) e CH₄ indica que a síntese de acetato e butirato promove a produção de CH₄, enquanto a de propionato reduz o hidrogênio, portanto reduzindo a produção de metano.

Os ionóforos também diminuem a concentração ruminal de ácido láctico (BEEDE e FARLIN, 1977; BARTLEY et al., 1979). O lactato normalmente está presente no trato digestivo, porém em baixas concentrações e apresenta menor pKa, sendo portanto mais forte que os AGV comumente produzidos no rúmen, promovendo maior efeito na redução do pH ruminal (DAWSON et al., 1987 apud MILLEN, 2008).

Quando a população de bactérias produtoras do ácido láctico, como *Streptococcus bovis*, torna-se maior do que a de utilizadoras, como *Selenomonas ruminantium*, o ácido láctico 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 láctica, por exemplo.

Além da acidose, *Streptococcus* também estão relacionadas à ocorrência de timpanismo ruminal, pois causam o aumento da viscosidade do líquido ruminal, já que produzem mucopolissacarídeos, o que poderá resultar na formação de bolhas, características desse distúrbio (CHENG et al., 1998).

Quando o pH ruminal é mantido acima de 5,5, ocorre o equilíbrio entre os produtores e utilizadores de ácido láctico, fazendo com que ele não se acumule (NOCEK, 1997). O pH de 5,5 é considerado por alguns autores (SLYTER, 1976; NAGARAJA, 2003) a barreira, abaixo da qual bactérias produtoras de lactato proliferam.

Com relação à digestibilidade, os ionóforos podem aumentar a digestibilidade de matéria seca (THORTNON e OWENS, 1981) a digestibilidade de matéria seca e amido em dietas à base de grãos (RUST et al., 1978) e a digestibilidade de proteína em dietas contendo baixo teor de proteína (THORNTON e OWENS, 1981; BEEDE et al., 1980; WEDEGAERTNER e JOHNSON, 1983; BEEDE et al., 1986).

Os ionóforos reduzem a exigência de proteína na dieta. Em vários estudos *in vivo* e *in vitro* a monensina reduziu significativamente a degradação ruminal de proteína (SCHELLING et al., 1977; Van NEVEL e DEMEYER, 1977; POOS et al., 1979; CHALUPA, 1980). O ionóforo diminui a degradação de aminoácidos no rúmen (SCHELLING et al., 1977). A concentração de amônia ruminal diminui (DINIUS et al., 1976), como também diminui a proteólise. Vários estudos apresentam aumento da quantidade de nitrogênio (N) que chega ao intestino com a utilização de monensina (OWENS et al., 1978; POOS et al., 1979).

Aumentos de 22 a 55% no fluxo de proteína não degradada no rúmen foram observados (BERGEN e BATES, 1984) em cinco estudos quando a monensina sódica foi oferecida. Beede et al. (1980) sugeriram uma grande retenção de (N) com a utilização de monensina em dietas deficientes em proteína. Hanson e Klopfenstein (1979) também demonstraram que a monensina causou um melhor desempenho animal em dietas com baixa proteína.

Segundo Lemenager et al. (1978); Pond e Ellis (1981); Ellis e Delaney, (1982) os ionóforos diminuem o *turnover* ruminal. Quando o *turnover* ruminal aumenta, a produção de acetato e metano também aumenta, proporcionando um decréscimo da eficiência de fermentação (HARRISON et al., 1975; THOMSON et al., 1978).

Em revisão de 29 experimentos incluindo dosagens de 11 a 33 g/t de monensina adicionadas a ração, Goodrich et al. (1976) relataram que a dose de 33g/t proporcionou ganho de peso mais lento que as outras dosagens. Houve redução na ingestão diária de matéria seca conforme se aumentou a dose de monensina, passando de 7,89 kg de matéria seca/dia no grupo controle, para 7,23 kg com a dose de 33g/t. Millen et al. (2009) através de um levantamento com nutricionistas de gado confinado no Brasil sugerem que a dosagem média recomendada em relação aos ionóforos foi de 21,9 mg/kg.

Em animais alimentados com dietas predominantemente concentradas, 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 ocorre provavelmente devido ao 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. Baile et al. (1987) sugere que a ingestão de matéria seca é reduzida em qualquer tipo de dieta, embora com maiores efeitos em dietas concentradas.

Goodrich et al. (1984) analisaram 228 ensaios que envolveram 11.274 bovinos alimentados com rações ricas em grãos suplementados ou não com monensina. A utilização de monensina sódica aumentou em 1,6% o ganho de peso, reduziu a ingestão em 6,4% e melhorou a conversão alimentar em 7,5%.

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados resultados da utilização de monensina sódica e salinomicina respectivamente, em dietas com altos teores de concentrado, publicados a partir de 1976. Assim como relatado nas revisões clássicas de Schelling (1984) e Goodrich et al. (1984), os ionóforos reduziram a ingestão de matéria seca, alterando pouco o ganho de peso, melhorando a eficiência de utilização dos alimentos pelos ruminantes.

Tabela 1 - Ingestão de matéria seca (IMS), ganho de peso diário (GPD) e eficiência alimentar (GPD/IMS) com a utilização de monensina sódica

Referência	Variação na IMS, %	Variação no GPD, %	Variação no GPD/IMS, %
Davis e Erhart (1976)	-17,03	-0,78	+19,40
Gill et al. (1976)	-3,32	0,00	+3,13
Perry et al. (1976)	-10,25	-1,12	+10,52
Boling et al. (1977)	-15,64	+3,50	+23,02
Dartt et al. (1978)	-11,58	+10,71	+25,89
Heinemann et al. (1978)	-9,46	-4,89	+4,96
Pendlum et al. (1978)	-4,76	0,00	+5,07
Wade Steen et al. (1978)	-4,38	+11,65	+16,80
Johnson et al. (1979)	-6,44	-6,77	0,00
Berger et al. (1981)	-6,79	+4,04	+11,40
Boucqué et al. (1982)	-5,26	0,00	+9,52
Perry et al. (1983)	-2,34	+3,57	+6,20
Potter et al. (1985)	-8,13	+0,38	+9,42
Oscar et al. (1987)	-13,35	-3,53	+11,53
Burrin et al. (1988)	-8,10	-5,71	+2,87
Stock et al. (1990)	-0,11	-6,56	-6,32
Zinn e Borques (1993)	+0,14	-0,74	-0,51
Zinn et al. (1994)	-1,73	-4,11	-2,64
Stock et al. (1995)	-1,36	-2,81	+4,37
Lana e Fox (2001)	-7,31	-5,06	+2,28
Gibb et al. (2001)	-11,82	-14,37	-2,90
Oliveira (2004)	-5,96	-11,01	-4,34
Valinote (2007)	-0,26	-3,41	-3,20
Gomes (2009)	-7,20	-9,41	-2,52
Felix e Loerch (2011)	+1,41	+4,81	+4,19
Gomes et al. (2011)	-3,59	-5,33	-1,34
Média	-6,33	-1,80	+5,64

Tabela 2 - Ingestão de matéria seca (IMS), ganho de peso diário (GPD) e eficiência alimentar (GPD/IMS) com a utilização de salinomicina

Referência	Variação no IMS, %	Variação no GPD, %	Variação no GPD/CMS, %
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

Na Tabela 3 são apresentados os efeitos da monensina nas concentrações molares de AGVs. A monensina reduziu em média 5,86% a concentração de ácido acético, aumentou ácido propiônico em 16,85% e reduziu em 16,47% a concentração de ácido butírico nos trabalhos revisados.

Tabela 3 - Concentração de ácidos graxos voláteis com a utilização de monensina sódica

Referência	AGV		
	Ác. Acético, %	Ác. Propiônico, %	Ác. Butírico, %
Davis e Erhart (1976)	-6,39	+16,79	-36,26
Raun et al. (1976)	-4,17	+11,38	-17,64
Heinemann et al. (1978)	-7,41	+20,38	-25,35
Johnson et al. (1979)	-4,36	+2,42	-23,48
Russel et al. (1980)	-6,34	+26,08	-6,45
Thornton e Owens (1981)	-10,76	+38,62	+4,83
Lee et al. (1983)	-11,58	+12,96	-31,65
Harmon e Avery (1987)	-1,69	+6,32	-20,58
Oscar et al. (1987)	-6,25	+19,84	-12,71
Zinn e Borques (1993)	-5,33	+16,26	-29,41
Zinn et al. (1994)	-6,23	+9,43	-7,60
Surber e Bowman (1998)	-3,36	+14,63	-7,94
Han et al. (2002)	-2,67	+22,61	-11,58
Mogentale (2005)	-6,79	+27,21	-3,61
Meyer et al. (2009)	-4,59	+7,90	-17,64
Média	-5,86	+16,85	-16,47

Zinn (1986)a, Zinn (1986)b, Bagley et al. (1988) e Reffett-Strabel et al. (1989) observaram os mesmos efeitos para a salinomicina. As médias obtidas com estes estudos foram de 5,39% de redução na concentração de ácido acético, 14,47% de aumento na concentração de ácido propiônico e redução de 17,95% na concentração ácido butírico.

Para o presente estudo foi realizada uma meta-análise de acordo com St. Pierre (2001). Foram compilados trabalhos publicados nas últimas quatro décadas envolvendo a ingestão de matéria seca e o ganho de peso diário de animais recebendo suplementação com monensina sódica em dietas de altos teores de concentrado. Os Gráficos 1 e 2 ilustram os efeitos deste aditivo: houve uma redução na ingestão de matéria seca, sem alterar o ganho de peso diário dos animais em função da

suplementação com monensina, evidenciando a melhoria na eficiência alimentar dos animais suplementados.

Gráfico 1 - Ingestão de matéria seca de animais em função da suplementação com monensina sódica

Gráfico 2 - Ganho de peso diário dos animais em função da suplementação com monensina sódica

2.3 Antibióticos não ionóforos

A virginiamicina (VM) é um antibacteriano produzido pela bactéria *Streptomyces virginiae*, isolada em 1954 de uma amostra de solo Belga (DeSOMER e Van DIJCK, 1955 apud PAGE, 2003). É um composto natural formado por dois componentes químicos distintos: fator M ($C_{28}H_{35}N_3O_7$) e fator S ($C_{43}H_{49}N_7O_{10}$) (CROOY e DE NEYS, 1972) e apresenta atividade principalmente contra bactérias gram-positivas. Não apresenta efeito sobre a maioria das bactérias gram-negativas em função da impermeabilidade da parede celular (COCITO, 1979; PAGE, 2003).

A atividade antibacteriana da VM depende da interação sinérgica de seus dois componentes, fator M e fator S. Cada fator individualmente tem atividade contra bactérias, mas quando os dois são combinados, a atividade se torna muito mais forte. Os fatores M e S possuem um efeito sinérgico quando combinados à razão de 4:1, respectivamente (VANDERHAEGHE e PARMENTIER, 1960).

A VM penetra na parede celular das bactérias gram-positivas e liga-se a uma unidade cromossomal, inibindo a formação da ligação peptídica durante o processo de síntese protéica bacteriana (COCITO, 1979; DiGIAMBATTISTA et al., 1989). Processos metabólicos são rompidos dentro da célula, cessando a multiplicação da bactéria e morte.

As primeiras indicações da utilidade deste antimicrobiano como promotor de crescimento em bovinos encontradas na literatura são de Parigi-Bini (1979) apud Page (2003) e Hedde et al. (1982) apud Gottschall, Wang e Kingston (1988). Embora seu mecanismo de ação seja diferente do mecanismo de ação dos ionóforos, os seus efeitos são semelhantes.

A VM proporciona redução na ingestão de matéria seca, melhoria da eficiência alimentar, diminuição da degradação protéica, da produção de amônia, aumento de propionato e redução de acetato e butirato, como também inibe as bactérias que produzem ácido lático (Gráfico 3), aumentando o pH ruminal.

Gráfico 3 – Virginiamicina e bactérias produtoras de ácido láctico

Fonte: Ballarini et al. (1986)

Rogers et al. (1995) testaram diferentes doses de VM (11; 19,3 e 27,6 ppm) em dietas com aproximadamente 90% de concentrado, e observaram que a utilização de VM propiciou uma redução na ingestão de matéria seca, aumento no ganho de peso e maior eficiência alimentar em relação ao tratamento controle. Sendo 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 VM (17,5 e 25 ppm) em dietas com 85% de concentrado, na produção de AGV, lactato e amônia. A VM de um modo geral se mostrou eficiente em diminuir a concentração de acetato e aumentar a concentração de propionato. A dose de 17,5 ppm se mostrou mais eficiente em reduzir acetato, proporcionando um decréscimo de 14,73% deste ácido em relação ao tratamento controle. A dose de 25 ppm se mostrou mais eficiente na redução de amônia (-1,40%), aumento de propionato (+22,05%) e diminuição de butirato (-15,89%). A VM não diminuiu concentração de lactato neste estudo.

Ives et al. (2002) trabalharam com duas dietas diferentes, uma com 90 e a outra 95% de concentrado, contendo 17,5 ppm de virginiamicina e 25 ppm de monensina + 10 ppm de tilosina. Na primeira dieta, a VM se mostrou mais eficaz em reduzir a concentração de acetato e aumentar a concentração de propionato em relação ao

tratamento controle e ao tratamento contendo monensina+tilosina. Na segunda dieta a VM se mostrou mais eficaz em aumentar propionato e diminuir butirato em relação aos demais tratamentos. Não houve efeito da VM sob a concentração de lactato.

Nunez (2008) também avaliou dois tipos de dietas, uma com 73% e a outra com 91% de concentrado. As dietas 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%), melhor eficiência alimentar (+12,82), maior eficiência da utilização de energia metabolizável (+11,23%), maior teor de energia líquida para manutenção (+8,17%) e para ganho (+10,63%) em comparação com a dieta controle. A combinação de aditivos resultou em melhor desempenho animal que o fornecimento de salinomicina exclusiva.

2.4 Restrições ao uso de antibióticos

Com o surgimento da encefalopatia espongiforme bovina (mal da vaca louca) nos últimos anos e a comprovação que esta doença tinha como causa o uso de farinha de carne, houve uma redução acentuada no consumo de carne, principalmente na Europa.

Foram exigidas medidas concretas com relação à qualidade dos alimentos de origem animal, as quais assumiram grande importância no mercado internacional dos alimentos. Dentre estas medidas podemos citar: condições de alojamento e bem-estar dos animais, rastreabilidade, atestado de procedência, garantias relacionadas à segurança e qualidade dos alimentos fornecidos aos animais e ausência de resíduos de substâncias químicas.

No que diz respeito ao uso e à segurança dos aditivos utilizados na alimentação animal, o Ministério da Agricultura atua em diversas frentes, que vão desde a autorização de colocação no mercado (registro) dos aditivos à publicação de legislações específicas regulamentando os seus usos, até ações de fiscalizações realizadas tanto em relação aos fabricantes de alimentos para animais como ao produto animal destinado ao consumo humano.

Desde 1998, a União Européia vem procurando eliminar o uso de antibióticos como promotores de crescimento, ou indicações como “aditivos alimentares” sob o

Anexo B da Diretriz 70/524/EEC. Essa medida é baseada no “princípio da precaução” e pretende promover controle mais restrito ao uso de antibióticos, passando a registrar esse tipo de produto como “medicamento veterinário” sob a Diretriz 81/851/EEC (revogada e substituída pela Diretriz 2001/82/EEC, emendada pela Diretriz 2004/28/EC). A União Européia e os Estados-membros associados continuam a reconhecer a necessidade do uso de antibióticos para tratar, controlar e prevenir doenças animais (uso terapêutico).

Países como os Estados Unidos, por exemplo, tem tomado um rumo diferente, adotando o “princípio da prova”, que exige que se reúnam evidências de que o problema ocorreu antes de proceder a alguma medida de controle. De acordo com o FDA, acredita-se que a adoção do “princípio da precaução” reduz as oportunidades de saber se existe real risco e sua magnitude.

A Dinamarca iniciou um processo de restrição de todos os promotores de crescimento em 1999. Após a restrição, o uso de promotores de crescimento caiu à zero, porém a prevalência de algumas doenças cresceu significativamente e foi seguida de aumento brutal no uso de antibióticos terapêuticos (DANMAP, 1999, 2000, 2001, 2002). O paradoxo é que a maior parte dos antibióticos possui análogos utilizados em medicina humana, podendo proporcionar risco muito maior ao desenvolvimento de resistência bacteriana.

De acordo com diversos estudos a ingestão pelo ser humano, de resíduos de antimicrobianos de uso aprovado e regulamentado pelas autoridades governamentais, e abaixo dos limites máximos de resíduos fixados pelo Codex (organismo da FAO/OMS), é segura para a população, do ponto de vista toxicológico, e não induz o surgimento de bactérias resistentes no trato gastrointestinal (NETO, 2003).

Referindo-se diretamente aos ionóforos, estudos realizados com a monensina (DONOHO, 1984; TEDESCHI et al., 2003) em animais de laboratório e de produção para determinar as concentrações nos tecidos, rotas de eliminação, metabolismo e farmacocinética, indicaram que a monensina administrada oralmente é absorvida, extensivamente metabolizada, excretada na bile e eliminada nas fezes pelas diferentes espécies avaliadas.

Estes e outros estudos permitiram a aprovação dos ionóforos em diferentes lugares do mundo, sem que fosse exigido período de carência tanto para o abate quanto para a comercialização do leite de animais tratados com monensina.

De acordo com Spisso (2010), existem dois ionóforos aprovados indicados para uso em bovinos no Brasil (monensina e salinomicina). Alguma restrição ao seu uso pode ocorrer para que sejam atendidas eventuais exigências de importadores de carne na União Européia (não por lei, mas por demanda do importador para mercados específicos).

2.5 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 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.

Bactérias, fungos e leveduras se enquadram na categoria de DFMs. Bactérias pertencentes aos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* e, em menor escala, *Enterococcus faecium*, são mais frequentemente empregadas como suplementos probióticos para alimentos (SAAD, 2006). Com relação às leveduras, uma das formas encontradas e amplamente utilizada é a levedura desidratada *Saccharomyces cerevisiae*, resíduo da indústria sucro-alcooleira. São recuperadas através de um processo de centrifugação na fermentação alcoólica do melaço e após estarem secas e moídas são então destinadas à suplementação dos animais (BERTO, 1985).

A adição de DFMs pode beneficiar bovinos adultos em duas situações. A primeira seria na chegada dos animais jovens ao confinamento. Na transição dos animais da fazenda para o confinamento há situações de estresse como o transporte, o manejo e a chegada a um novo ambiente (ELAM, 2003). Este estresse pode alterar a microbiota ruminal e intestinal, favorecendo um aumento na mortalidade (WILLIAMS e MAHONEY, 1984).

A utilização de DFMs contribuiria para evitar a ocorrência de tais fatores, sendo seu principal objetivo estabelecer e manter o equilíbrio intestinal (KREHBIEL et al., 2003). Outra situação seria que este tipo de aditivo proporcionaria uma melhor eficiência alimentar através de sua ação tanto no rúmen quanto no intestino. Diversos mecanismos de ação são propostos para os microrganismos probióticos ou DFMs, discutidos a seguir.

O primeiro seria a supressão do número de células patogênicas através da produção de compostos com atividade antimicrobiana, competição por nutrientes e competição por sítios de adesão. O segundo mecanismo seria a alteração do metabolismo microbiano, através do aumento ou da diminuição da atividade enzimática. E ainda o terceiro, seria o estímulo da imunidade do hospedeiro, através do aumento dos níveis de anticorpos e do aumento da atividade dos macrófagos (SAAD, 2006).

Embora seu mecanismo de ação não esteja totalmente claro, as bactérias, ao contrário dos ionóforos e das leveduras, atuam principalmente no intestino. Inúmeras espécies de bactérias estão presentes no intestino, sendo a maioria delas anaeróbicas estritas. Em equilíbrio, a microbiota intestinal é hábil para interromper os efeitos negativos causados por microrganismos patogênicos. Caso contrário, há proliferação dos patógenos, causando infecção bacteriana (ZIEMER e GIBSON, 1998).

De acordo com Puupponen-Pimia et al. (2002), as culturas bacterianas probióticas estimulam a multiplicação de bactérias benéficas, reforçando os mecanismos naturais de defesa do hospedeiro. Segundo Krehbiel et al. (2003), o conceito de se adicionar bactérias probióticas na alimentação animal está relacionado principalmente a benefícios pós-rúmen. Porém há algumas indicações de que haja certas vantagens no rúmen, como prevenção da acidose ruminal.

Bactérias produtoras de lactato (*Lactobacillus* e *Enterococcus*) podem prevenir a acidose ruminal, pois sua presença pode ocasionar a adaptação de microrganismos ruminais a presença de ácido láctico no rúmen. As bactérias probióticas podem alterar a fermentação ruminal, modificando a concentração de AGV e adaptando o ambiente ruminal a condições de acidez elevada (ELAM, 2003; DAWSON e NEWMAN, 1988; LODGE et al., 1996; HUFFMAN et al., 1992; KMET et al., 1993).

Dentre as leveduras, o gênero *Saccharomyces* é utilizado desde a antiguidade na alimentação humana. As destilarias de álcool e as fábricas de cerveja são as fornecedoras de leveduras empregadas na nutrição animal. 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.

O modo de ação das leveduras é apresentado na Figura 3. 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).

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.

A suplementação com leveduras afeta beneficemente o metabolismo de N no rúmen, diminuindo a concentração de amônia e aumentando o fluxo de N bacteriano para o intestino delgado (WILLIAMS et al., 1990; ERASMUS et al., 1992).

Figura 3 - Modo de ação das leveduras
Fonte: Wallace (1994)

Em estudo recente de Rivera et al. (2010), houve diferença significativa na população total de protozoários quando fornecido complexo de leveduras, ácidos graxos poliinsaturados e aminoácidos em comparação à monensina. O aumento no número de protozoários ciliados observado comprova o efeito da suplementação com *Saccharomyces cerevisiae*, que pode resultar no crescimento dessa população (MIRANDA et al., 1996; ARAKAKI et al., 2000).

Em resumo, a suplementação com leveduras aumenta a quantidade de bactérias anaeróbicas no fluído ruminal. Aumentos de 50 a 100% são comuns (WALLACE e NEWBOLD, 1993). Há um aumento no número de bactérias celulolíticas (MARTIN e NISBET, 1992; WALLACE e NEWBOLD, 1993) e bactérias utilizadoras de ácido láctico são estimuladas pelos ácidos dicarboxílicos presentes (NISBET e MARTIN, 1990, 1991, 1993; MARTIN e NISBET, 1992), explicando a melhoria na degradação de fibra e aumento da estabilidade da fermentação em animais recebendo leveduras (HARRISON et al., 1988; WILLIAMS et al., 1991). Na Tabela 4 são apresentados resultados da utilização de DFMs em ruminantes.

Tabela 4 - Ingestão de matéria seca (IMS), ganho de peso diário (GPD) e eficiência alimentar (GPD/IMS) com a utilização de DFMs

Referência	Variação no IMS, %	Variação no GPD, %	Variação no GPD/CMS, %
Gill et al. (1987)	-1,15	+9,27	+10,30
Ware et al. (1988)	+1,20	+4,28	+2,97
Elam et al. (2003)	0,00	+1,92	+1,63
Osborn (2004)	+1,46	+0,63	-0,52
Vasconcelos et al. (2007)	-1,35	-1,82	-0,53
Média	-0,03	+2,85	+2,77

Krehbiel et al. (2003) sumarizaram os resultados de diversos ensaios de confinamento publicados a partir da década de 80 e relataram aumento no ganho de peso diário de aproximadamente 2,5 a 5% e uma melhoria na eficiência alimentar de 2%, quando bovinos foram alimentados com dietas contendo DFMs.

Erasmus et al. (2009) realizou uma meta-análise para observar o efeito da monensina, leveduras *Saccharomyces cerevisiae* e a combinação de ambos aditivos na produção de bovinos de corte, utilizando 15 ensaios. O banco de dados incluía dados de 1,875 animais, para análise de ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar. Observou-se que o GPD dos animais que não receberam nenhum tipo de aditivo foi menor (1,45 kg/dia) do que aqueles suplementados com leveduras (1,54 kg/dia), com monensina apenas (1,54 kg/d) ou, ainda, da combinação dos dois aditivos (1,57 kg/dia).

A conversão alimentar dos bovinos suplementados com leveduras (6,40 kg MS/kg de ganho de peso) foi melhor do que a dos não-suplementados, (6,61 kg de MS/kg de ganho de peso), mas não diferiu da dos bovinos suplementados com monensina (6,32 kg MS/ kg de ganho de peso) ou da combinação dos aditivos (6,13 kg de MS/kg de peso ganho) ($P>0,05$). Segundo os autores, os resultados sugerem efeitos semelhantes das leveduras e da monensina sobre o desempenho de bovinos em confinamento.

Entretanto, os resultados têm sido extremamente variáveis, podendo ser consequência de diferentes dietas ou níveis de ingestão como também variações dos suplementos utilizados. Chademana e Offer (1990); Quigley et al. (1992), Piva et al., (1993), Sievert e Shaver (1993); Zanetti et al. (2009) não observaram nenhuma diferença no pH ruminal, e ainda Harrison et al. (1988); Edwards et al. (1990) observaram queda de pH com a suplementação com leveduras.

Wiedmeier et al. (1987), Carro et al. (1992) e Hession et al. (1992) não observaram nenhuma diferença na concentração de amônia ruminal devido a suplementação com leveduras. Swiney-Floyd (1999) e Rust et al. (2000) não observaram efeitos da suplementação com bactérias probióticas nos parâmetros de carcaça dos animais. Enquanto que Galyean et al. (2000) notaram que não houve diferença na eficiência alimentar e parâmetros de carcaça de bovinos suplementados com *Lactobacillus* e *Propionibacterium*.

Gomes (2009) não observou efeito positivo de leveduras ou da combinação de leveduras com bactérias probióticas no desempenho de tourinhos Nelore alimentados com dietas com teores altos de concentrado nos dois estudos conduzidos. Nesses dois estudos a dietas eram ricas em co-produtos e baixas em amido.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois ensaios de desempenho animal para avaliar diferentes aditivos alimentares em dietas com teores altos de amido para tourinhos da raça Nelore em terminação. No primeiro experimento foram testados os aditivos monensina sódica, salinomicina e virginiamicina. No segundo experimento os aditivos testados foram monensina sódica, levedura *Saccharomyces cerevisiae*, e a combinação de levedura com bactérias probióticas.

3.1 Local dos experimentos

Os dois experimentos foram conduzidos nas instalações de confinamento do Departamento de Zootecnia, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ), localizada em Piracicaba/SP, entre os meses de agosto e dezembro de 2008.

3.2 Instalações e animais

As baias experimentais possuíam 4,0 m de largura x 8,0 m de comprimento, totalizando 32m² de área. O piso era de concreto com cobertura parcial. Uma vez por semana era realizada a limpeza das baias e dos bebedouros de água. No experimento 1 foram utilizados 134 tourinhos da raça Nelore, com idade média de 24 meses e peso corporal inicial de 330 kg, por 102 dias. No experimento 2 foram utilizados 93 tourinhos da raça Nelore, com idade média de 24 meses e peso corporal inicial de 320 kg, por 109 dias. Em ambos os experimentos, no início do período experimental, os animais foram desverminados e vacinados contra clostridioses.

3.3 Tratamentos

3.3.1 Experimento 1

No experimento 1, foram testados antibióticos ionóforos (monensina sódica e salinomicina) e antibióticos não ionóforos (virginiamicina), em seu uso isolado ou em combinações, em um total de seis tratamentos, como segue:

C: controle, sem a inclusão de aditivos;

M30: monensina sódica (Bovensin[®]) na dosagem de 30 ppm;

M20+V15: monensina sódica (Bovensin[®]) na dosagem de 20 ppm em combinação com virginiamicina (Phigrow[®]) na dosagem de 15 ppm;

M30+V15: monensina sódica (Bovensin[®]) na dosagem de 30 ppm em combinação com virginiamicina (Phigrow[®]) na dosagem de 15 ppm;

V17: virginiamicina (Phigrow[®]) na dosagem de 17 ppm;

S13+V15: salinomicina (Posistac[®]) na dosagem de 13 ppm em combinação com virginiamicina (Phigrow[®]) na dosagem de 15 ppm.

3.3.2 Experimento 2

No segundo experimento foi testado o uso isolado do ionóforo monensina sódica, da levedura *Saccharomyces cerevisiae* e combinação desta com bactérias probióticas, compondo quatro tratamentos, descritos a seguir:

C: controle, sem a inclusão de aditivos;

M30: monensina sódica (Rumenfort[®]) na dosagem de 30 ppm;

LEV: levedura *Saccharomyces cerevisiae* (BIOSAF SC47 termoestável[®] com 10^9 UFC/g) na dosagem de 10 g/animal/dia.

LEV+BACT: combinação dos microorganismos probióticos *Bifidobacterium bifidum* ($3,33 \times 10^6$ UFC/g), *Lactobacillus acidophilus* ($3,33 \times 10^6$ UFC/g), *Lactobacillus plantarum* ($1,66 \times 10^6$ UFC/g), *Enterococcus faecium* ($1,66 \times 10^6$ UFC/g) e *Saccharomyces cerevisiae* ($3,33 \times 10^5$ UFC/g) - FLORAFORT[®], na dosagem de 3g/animal/dia.

3.4 Dietas experimentais

Em ambos os experimentos e em todos os tratamentos os animais receberam as mesmas dietas, variando apenas a presença e tipo de aditivo estudado.

Em ambos os experimentos os animais eram provenientes de pastagens e foram adaptados à dieta final com 88% de concentrado em 21 dias. Tal adaptação consistiu no fornecimento de dieta com teores crescentes de concentrado, e decrescentes de

volumoso (Tabela 5). Assim, do dia 0 ao dia 7 foi ofertada dieta com 40% de volumoso, do dia 8 a 14, dieta com 30% de volumoso, do dia 15 a 21 foi ofertada dieta com 20% de volumoso e, a partir do 22º. dia foi ofertada a dieta final com 88% de concentrado.

Tabela 5 - Composição das dietas durante o período de adaptação

Ingredientes (% da MS)	Dia 0 a 7	Dia 8 a 14	Dia 15 a 21
Feno de tifton 85	40,00	30,00	20,00
Milho moído fino	50,1	60,1	70,1
Melaço	6,0	6,0	6,0
Uréia	1,4	1,4	1,4
Mineral	2,5	2,5	2,5

A fase de adaptação de 21 dias fez parte do período experimental para avaliação de ingestão de MS e desempenho animal. A dieta final fornecida a partir do dia 22º. dia do período experimental está apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 - Composição da dieta experimental

Ingredientes	% da MS
Feno de tifton 85	12,00
Milho moído fino	78,1
Melaço	6,0
Uréia	1,4
Mineral ^a	2,5
Composição^b	
PB (% da MS)	13,1
EL manutenção (Mcal/Kg)	2,24
EL ganho (Mcal/Kg)	1,35
FDN (% da MS)	16

^aComposição da mistura mineral dos tratamentos (por kg): Ca = 17,5%; P = 2,5%; Mg 1,6%; S = 2,5%; Na = 6,25%; Co = 23,6 mg/Kg; Cu = 390,0 mg/Kg; I = 235,0 mg/Kg; Mn = 780,0 mg/Kg; Se = 6,5 mg/Kg; Zn = 1875,0 mg/Kg; vit. A = 78000 UI.

^bEstimados com base nos valores de análise bromatológica dos ingredientes.

As dietas eram fornecidas diariamente através de um vagão misturador equipado com balança eletrônica e eram ofertadas uma vez ao dia, no período da manhã para o experimento 1 e no período da tarde para o experimento 2. Antes da alimentação, era feita leitura de cocho, para se ajustar o consumo de matéria-seca a manter no máximo 3% de sobras. As sobras eram retiradas uma vez por semana.

Com o objetivo de se obter a dieta homogênea, evitando a seleção pelo animal, o feno de *Tifton* foi moído em triturador (Agrofor®), obtendo-se partículas de no máximo dois centímetros.

O melaço ficava armazenado em tambores de lata com capacidade de 300 Kg e para melhor diluição, era fornecido aos animais através da mistura com água na proporção 1:1.

Com relação aos aditivos, no experimento 1, os aditivos foram adicionados ao núcleo mineral através da utilização de misturador em “Y” com capacidade de 40 Kg/batida e eram estocados em bombonas plásticas.

No experimento 2, a monensina foi adicionada ao núcleo mineral através da utilização do misturador em “Y” com capacidade de 40 Kg/batida e estocada em bombona plástica e os demais aditivos (bactérias e levedura) foram diluídos no núcleo mineral, com a utilização de misturador manual, imediatamente antes de serem adicionados nas dietas.

3.4.1 Amostragens dos ingredientes da dieta e análises

Em ambos os experimentos, foram coletadas amostras de cada remessa de feno e de cada carga de milho que chegava. As amostras foram congeladas e armazenadas em freezer, para posteriormente serem analisadas quimicamente. Após descongelamento, as amostras foram secas em estufa com ventilação forçada (55°C) por 72 horas (SILVA e QUEIROZ, 1990) e moídas em moinhos tipo “Wiley” providos de peneiras com malha de 1,0 mm. Ao término desse processo foram compostas, finalizando uma amostra de milho e uma amostra de feno do período experimental total.

As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). As amostras dos ingredientes foram analisadas para MS em estufa de circulação forçada a

105°C por 12 horas e para MO e cinzas de acordo com a Association of Official of Agricultural Chemists – AOAC (1990). Os valores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinados de acordo com Van Soest et al. (1991).

Os valores de nitrogênio total foram obtidos com base na combustão das amostras pelo analisador da marca LECO (WILES et al., 1998) modelo FP-528 com temperatura para combustão de 835°C. O teor de proteína bruta (PB) foi obtido por meio da multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25. O extrato etéreo foi mensurado a partir da extração com éter de petróleo por um período de 5 horas (CAMPOS et al., 2004).

Para o melaço foram utilizados os valores de tabela do NRC (1996).

3.5 Parâmetros avaliados

Em ambos os experimentos os parâmetros avaliados foram:

3.5.1 Desempenho

Houve pesagem dos animais a cada período experimental (total de três pesagens). Os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas anteriores a cada pesagem. Foram obtidos os pesos corporais iniciais (PCI) e finais (PF). Para o experimento 1 foi calculado o peso final ajustado para rendimento de carcaça (PFajc), com o objetivo de se reduzir os efeitos de enchimento, sendo calculado através da seguinte fórmula:

$$PFajc = \frac{\text{Peso da carcaça quente}}{\text{Rendimento de carcaça médio de todos os animais}}$$

Para o experimento 2 não foi possível este tipo de cálculo devido à grande variação nos valores de rendimento de carcaça.

Posteriormente, com os dados de ganho de peso e ingestão de matéria seca, foram calculados os valores de eficiência alimentar (GPD/IMS). Para o experimento 1 foram utilizados os dados de GPD ajustado para rendimento de carcaça (GPDajc), obtidos a partir do PFajc.

3.5.2 Características de carcaça

Após o abate dos animais, foram pesadas as carcaças e determinados os rendimentos de carcaça quente. Após resfriamento das carcaças por 24 horas a 0°C, a espessura de gordura (EG) e área de olho de lombo (AOL) foram determinadas na altura da 12ª costela (Figura 4), segundo Luchiari Filho (2000). Também foi avaliada a incidência de abscessos hepáticos (AH) e lesões ou paraqueratose no rúmen dos animais após o abate.

Figura 4 - Mensuração área de olho de lombo do músculo *Longissimus dorsi* na altura da 12ª costela

Os animais tiveram a cavidade abdominal aberta, sendo o retículo-rúmen retirado e lavado para avaliação de parâmetros de saúde ruminal. Avaliações qualitativas, realizadas por um único avaliador, foram realizadas para os parâmetros: coloração da superfície do epitélio ruminal, incidência de paraqueratose e ocorrência de lesões ou cicatrizes na parede do rúmen.

Para o experimento 1 os escores utilizados para as avaliações foram: para coloração do epitélio ruminal (1=coloração normal; 2=coloração cinza; 3=cinza-escuro; 4=escuro), incidência de paraqueratose (1=nenhuma; 2=baixa; 3= média; 4=moderada; 5=alta) e ocorrência de lesões ou cicatrizes (1=ausente; 2=descamado; 3=cicatriz; 4=lesão). No experimento 2 foram utilizados escores com um menor detalhamento para facilitar a precisão da análise. Os escores utilizados foram: para coloração do epitélio ruminal (0=coloração normal; 1=coloração cinza; 2=coloração escura), incidência de

paraqueratose (0=nenhuma; 1=baixa; 2= moderada; 3=alta) e ocorrência de lesões ou cicatrizes (0=ausente; 1=descamado; 2 =cicatriz/lesão).

Amostras do saco ventral do rúmen foram colhidas com auxílio de bisturi, preservadas em solução de formaldeído 10% e avaliadas quanto à altura e largura de papilas, utilizando-se microscópio estereoscópico provido de escala e paquímetro, sendo mensuradas pelo menos 10 papilas de cada amostra para determinação de altura e largura médias, conforme sugerido por Lesmeister et al. (2004).

3.5.3 Digestibilidade do amido

Para a determinação dos teores de amido fecal (AF), no experimento 1 foram realizadas 3 coletas de fezes nos dias 24, 53 e 96 do período experimental, sendo as duas primeiras coletas realizadas das 6:00 às 7:00. No terceiro período de coleta foram tomadas amostras em três horários distintos, das 6:00 às 7:00, das 12:00 às 13:00 e das 18:00 às 19:00.

Para a determinação dos teores de amido fecal, no experimento 2 foram realizadas 3 coletas de fezes nos dias 24, 53 e 96 do período experimental, das 6:00 às 7:00.

As coletas foram feitas diretamente do piso da baia logo após o animal ter defecado, evitando assim uma possível contaminação. As fezes foram levadas para o laboratório imediatamente após a coleta para secagem em estufa com ventilação forçada (55°C) por 72 horas (SILVA, 1990) e moídas em moinhos tipo “Wiley” providos de peneiras com malha de 1,0 mm. Após o processamento, as amostras foram compostas por baia e analisadas para matéria seca (MS) e cinzas de acordo com AOAC (1990) e predição do teor de amido fecal através da técnica de espectroscopia de reflectância no infravermelho próximo através do espectrofotômetro FOSS NIRSystem 5000.

Os espectros das amostras foram então colhidos e armazenados como $\log(1/R)$, onde R = reflectância na faixa de comprimento de onda de 1100 a 2498 nm, em espectrômetro FOSS NIRSystem 5000, no Laboratório de Bromatologia, Departamento de Zootecnia ESALQ/USP. Os dados foram tratados utilizando-se o software WINISI versão 1.5 (Infrasoft International, Silver Spring, MD). Para a predição do teor de amido

das amostras utilizaram-se curvas de calibração elaboradas conforme Shenk e Westerhaus (1991) a partir de amostras submetidas à determinação das concentrações de amido através do método de Knudsen (1997).

Através do teor de amido fecal, foi calculada a digestibilidade do amido utilizando-se a fórmula de Zinn et al. (2007):

$$Dig\ amido_{tt} = 99,9 - (0,413 \times \% AF) - (0,0131 \times AF^2)$$

3.5.4 Energia líquida

Através dos dados de ingestão de matéria seca, peso corporal e ganho de peso diário obtidos nos experimentos, foram calculados os valores de *energia líquida observada* (ELobs) das dietas. Para tal, foram utilizadas as fórmulas a seguir, segundo a metodologia proposta por Zinn e Shen (1998).

Foram calculadas as exigências de ganho (E_g) e de manutenção (E_m) dos animais através das fórmulas 1 e 2, respectivamente. Calculadas as exigências energéticas relacionadas aos ganhos de peso corporal (kg/dia) e aos pesos metabólicos (kg) dos animais durante os três períodos experimentais, foram então calculados os valores de energia líquida das dietas (Mcal/kg de MS) para manutenção (EL_m) e ganho (EL_g) através das fórmulas 3 e 4.

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

$$(2) \quad E_m = 0,077 PV^{0,75} ; (Lofgreen \& Garrett, 1968; \text{apud Zinn e Shen, 1998})$$

$$(3) \quad EL_m = (-b - ((b^2) - (4ac))^{0,5}) / (2a) ; (Zinn e Shen, 1998)$$

$$a = -0,877 \text{ IMS}$$

$$b = 0,877 E_m + 0,41 \text{ CMS} + E_g$$

$$c = -0,41 E_m$$

$$(4) \quad EL_g = 0,877 EL_m - 0,41 ; (Zinn \& Shen, 1998)$$

Onde,

E_g = exigência em energia para ganho (Mcal/dia)

E_m = exigência em energia para manutenção (Mcal/dia)

EL_m = energia líquida de manutenção (Mcal/kg de MS)

EL_g = energia líquida de ganho (Mcal/kg de MS)

Os valores de energia líquida observada das dietas foram comparados com os valores esperados que foram calculados com base na composição química dos ingredientes, no NDT estimado por Weiss et al. (1992) e nas fórmulas para cálculo de energia do NRC (1996).

Com base na alta correlação entre digestibilidade do amido no trato total com o valor energético do milho, relatada no trabalho de Zinn et al. (2002), Zinn et al. (2007) propuseram estimar o valor energético do milho através das seguintes fórmulas:

$$(1) \text{ ELM milho} = 2,49 - 0,0127 \times \text{AF} - 0,000292 \times \text{AF}^2$$

$$(2) \text{ ELg milho} = 0,877 \times \text{ELm milho} - 0,41$$

Onde,

ELm milho = energia líquida para manutenção do milho (Mcal/dia)

ELg milho = energia líquida para ganho do milho (Mcal/dia)

AF = amido fecal (%MS)

Este procedimento foi adotado e os valores energéticos do milho foram estimados.

Através dos valores de ELg e ELM estimados para o milho com base nos teores de amido nas fezes dos animais, foram obtidos os valores de NDT do milho para cada tratamento (NRC,1996) e os valores esperados de ELg e ELM da dieta. Estes valores foram então comparados com os valores observados obtidos com base no desempenho animal segundo Zinn e Shen (1998).

3.5.5 Comportamento animal

Foram realizadas análises de comportamento animal de 10 em 10 minutos, por um período de vinte e quatro horas avaliando se o animal estava comendo, ruminando ou em ócio, com o objetivo de analisar os efeitos dos diferentes aditivos testados sob o parâmetro comportamental dos animais. Foram realizadas três análises, uma a cada período experimental.

3.6 Análise estatística

Em ambos os experimentos os animais foram recebidos na ESALQ, alimentados por dois dias consecutivos com dieta basal contendo 80% de feno e 20% de milho moído fino. Os animais foram então submetidos a jejum alimentar de 16 horas, pesados e distribuídos em blocos ao acaso, sendo agrupados de acordo com o peso corporal inicial.

No experimento 1 foram utilizados 134 animais distribuídos em 24 baias e no experimento 2 foram utilizados 93 animais distribuídos em 16 baias. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos aleatorizados com 6 tratamentos no experimento 1 e quatro tratamentos no experimento 2, no qual a baia sempre constituiu a unidade experimental.

Todas as variáveis foram analisadas pelo PROC MIXED do pacote estatístico Statistical Analysis System - SAS, adotando-se as características do modelo específicas para cada variável. Nas variáveis, as quais foram tomadas no tempo, foi utilizado o comando repeated e foi considerado o efeito de período como sendo aleatório, o bloco sempre foi considerado efeito aleatório e os tratamentos efeitos fixos. As médias foram calculadas pelo LSMEANS ajustado para comparação pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Obrigatoriamente, todos os conjuntos de dados foram testados antes da análise geral final, na intenção de assegurar que todas as premissas da análise de variância (aditividade do modelo, independência dos erros, normalidade dos dados e homocedasticidade) estivessem sendo respeitadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1

No experimento 1 nove animais foram retirados no início do experimento em virtude de rejeição de cocho e 1 animal do tratamento controle morreu com acidose. Sendo assim foram utilizados 134 animais nesse estudo.

Na Tabela 7 são apresentados os dados de desempenho animal do experimento 1.

Tabela 7 - Desempenho dos animais suplementados com diferentes aditivos alimentares

Item	Tratamentos ¹						EPM ²	P ³
	C	M30	M20+V15	M30+V15	V17	SL13+V15		
N ⁴	22	24	23	21	22	22	-	-
Dias	102	102	102	102	102	102	-	-
IMS ⁵ , Kg	9,89 ^f	9,20 ^h	9,29 ^{hi}	8,98 ⁱ	9,76 ^{fgh}	9,85 ^{fg}	0,190	0,066
PCI ⁶ , Kg	331,61	332,90	331,57	332,08	331,46	331,68	0,645	0,631
PFajc ⁷ , Kg	467,90	469,13	473,76	479,78	480,00	484,52	4,95	0,174
GPDajc ⁸ , Kg	1,33	1,33	1,39	1,44	1,45	1,49	0,041	0,220
EAajc ⁹ (GDPajc/IMS)	0,134 ^b	0,145 ^{ab}	0,149 ^{ab}	0,161 ^a	0,148 ^{ab}	0,151 ^{ab}	0,005	0,047
RC ¹⁰ , %	54,29	54,61	54,71	55,63	55,19	54,67	0,421	0,320
EGS ¹¹ , mm	2,71	3,66	3,58	3,39	3,88	3,96	0,325	0,361
AOL ¹² , cm ²	67,50	67,25	64,50	67,50	67,75	67,50	2,200	0,828
AH ¹³	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-

¹Tratamentos: C=controle, sem uso de aditivo; M30=monensina sódica 30 ppm; M20+V15=monensina sódica 20 ppm + virginiamicina 15 ppm; M30+V15=monensina sódica 30 ppm + virginiamicina 15 ppm; V17=virginiamicina 17 ppm; S13+V15=salinomicina 13 ppm + virginiamicina 15 ppm.

² Erro padrão da média

³ Valor de probabilidade

⁴N: número de animais

⁵IMS: Ingestão de matéria seca

⁶PI: Peso corporal inicial

⁷PFajc: Peso final ajustado para rendimento de carcaça

⁸ GPDajc: Ganho de peso diário ajustado para rendimento de carcaça

⁹EAajc: Eficiência alimentar ajustada para rendimento de carcaça

¹⁰RC: Rendimento de carcaça

¹¹EGS: Espessura de gordura subcutânea

¹²AOL: Área de olho de lombo

¹³AH: Abscessos hepáticos

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,05)

^{f,g,h,i} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,1)

A IMS foi afetada pelos tratamentos ($P < 0,1$). A IMS foi menor para os tratamentos contendo monensina sódica sozinha ou em combinação com virginiamicina (M30, M20+V15 e M30+V15) em comparação com os tratamentos controle, V17 e S13+V15. A redução na IMS é característica marcante da monensina sódica, conforme tem sido relatado pela literatura (DAVIS e ERHART, 1976; GILL et al., 1976; PERRY et al., 1976; BOLING et al., 1977; DARTT et al., 1978; HEINEMANN et al., 1978; PENDLUM et al., 1978; WADE STEEN et al., 1978; JOHNSON et al., 1979; BERGER et al., 1981; BOUCQUÉ et al., 1982; PERRY et al., 1983; POTTER et al., 1985; OSCAR et al., 1987; BURRIN et al., 1988; STOCK et al., 1990; ZINN et al., 1994; STOCK et al., 1995; LANA e FOX, 2001; GIBB et al., 2001; OLIVEIRA, 2004; VALINOTE, 2007; GOMES, 2009; GOMES et al., 2011).

O efeito depressor da monensina na IMS pode ser consequência do aumento da densidade energética da dieta em virtude da menor produção de metano e maior produção de propionato (NRC, 1996). O aumento na densidade energética da dieta com uso de monensina foi observado no presente estudo (Tabela 9). Efeito direto do propionato na depressão de consumo também pode ser o fator responsável segundo Millen et al. (2008), além de aspectos de palatabilidade (BAILE et al., 1979).

A ausência de efeito negativo da virginiamicina e da salinomicina na IMS no presente estudo não está de acordo com os dados revisados na literatura. O efeito negativo da salinomicina na IMS foi relatado por diversos autores (FERRIL et al., 1983; ZINN, 1986a, 1986b; REFFETT-STABEL et al., 1989; GIBB et al., 2001). Nos poucos trabalhos com virginiamicina encontrados na literatura, também foi observada redução na IMS dos animais (ROGERS et al., 1995; NUNEZ, 2008). No presente estudo a ausência de efeito negativo na IMS com esses dois aditivos ocorreu mesmo tendo havido aumento na densidade energética da dieta conforme apresentado na Tabela 9.

Não houve diferença entre os tratamentos para PI, PFajc e GPDajc ($P > 0,05$). De modo geral esses dados estão de acordo com a literatura revisada e com trabalhos mais recentes (GIBB et al., 2001; MEYER et al., 2009; MONTGOMERY et al., 2009; GOMES et al., 2011) onde foi mostrado que os ionóforos não aumentam o ganho de peso de animais confinados com dietas com teores elevados de concentrado.

No presente estudo as dietas continham 78,1% de milho moído fino, o que pode impor alto desafio ao ambiente ruminal. A maior capacidade da virginiamicina em controlar a produção de lactato no rúmen em comparação com a monensina pode ter favorecido o ambiente ruminal e a ingestão total de energia por esses animais. Outro fator a ser considerado é um possível maior efeito da virginiamicina em reduzir as perdas via metano que a monensina.

As diferenças de comportamento entre a monensina e a virginiamicina no tocante à IMS e GPD observadas no presente estudo precisam ser mais bem estudadas, pois não encontram suporte na literatura revisada.

A eficiência alimentar foi afetada pelos tratamentos ($P < 0,05$), sendo que o tratamento M30+V15 apresentou o melhor valor de eficiência alimentar (0,16) em relação ao tratamento controle (0,13). O aumento na eficiência alimentar em comparação com o controle foi de 23%, muito acima do relatado na literatura quando antibióticos ionóforos ou virginiamicina são fornecidos separadamente à bovinos em confinamento (DAVIS E ERHART, 1976; GILL et al., 1976; PERRY et al., 1976; HEINEMANN et al., 1978; PENDLUM et al., 1978; WADE STEEN et al., 1978; JOHNSON et al., 1979; BERGER et al., 1981; BOUCQUÉ et al., 1982; FERRIL et al., 1983; PERRY et al., 1983; POTTER et al., 1985; GOODRICH et al., 1984; OSCAR et al., 1987; BURRIN et al., 1988; REFFETT-STABEL et al., 1989; STOCK et al., 1990; ZINN et al., 1994, 1986a, 1986b, ROGERS et al., 1995; STOCK et al., 1995; LANA e FOX, 2001; GIBB et al., 2001; OLIVEIRA, 2004; VALINOTE, 2007; NUNEZ, 2008; GOMES, 2009; GOMES et al., 2011).

Na revisão de Goodrich et al. (1984) a suplementação com monensina melhorou a conversão alimentar dos animais em confinamento em 7,5%, enquanto nos trabalhos compilados na Tabela 1, houve aumento de 5,64% na eficiência alimentar. Ambos os valores são muito inferiores aos valores obtidos com a combinação de monensina e virginiamicina no presente estudo.

Vale frisar que em comparação ao tratamento controle, os aumentos na eficiência alimentar foram maiores com as combinações de monensina + virginiamicina e salinomomicina + virginiamicina, que com o fornecimento exclusivo de monensina ou de virginiamicina.

Com relação aos parâmetros de carcaça, não houve diferença estatística para RC, EGS, AOL e AH ($P>0,1$). De acordo com a literatura os ionóforos, de um modo geral, não afetaram as características de carcaça dos animais (BOLING et al., 1976, DAVIS e ERHART, 1976; GILL et al., 1976; WADE STEEN et al., 1978; JOHNSON et al., 1979; BERGER et al., 1981; BOUCQUÉ et al., 1983; FERRILL et al., 1983; GOODRICH et al., 1984; MORRIS et al., 1990; GALYEAN et al., 1992; ZINN e BORQUES, 1993; GIBB et al., 2001; BERTHIAUME et al., 2006; GOMES, 2009; MEYER et al., 2009; FELIX e LOERCH, 2011). De acordo com Goodrich et al. (1984), o uso de monensina afeta muito pouco as características de carcaça, tornando-as ligeiramente mais “magras”, comparada a animais controle. Nunez (2008) reportou que a virginiamicina não afetou as características de carcaça de animais alimentados com dietas contendo alto teor de concentrado. O mesmo foi reportado por Gomes (2009) com monensina.

Os parâmetros de saúde ruminal são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Efeito de diferentes aditivos na saúde ruminal de tourinhos Nelore em confinamento

Item	Tratamentos ¹						EPM ²	P ³
	C	M30	M20+V15	M30+V15	V17	SL13+V15		
Coloração ⁴	3,19 ^{bc}	2,92 ^{cd}	2,67 ^d	3,3 ^{ab}	3,36 ^{ab}	3,59 ^a	0,088	0,0001
Paraqueratose ⁵	1,05 ^c	1,52 ^a	1,38 ^{ab}	1,36 ^{abc}	1,12 ^{bc}	1,05 ^c	0,108	0,0285
Lesão ⁶	1,28	1,19	1,38	1,21	1,47	1,46	0,105	0,2972
Altura ⁷ (mm)	10,64	12,9	12,31	12,67	10,9	12,26	0,687	0,1558
Largura ⁷ (mm)	1,89	2,67	2,22	2,00	2,26	2,34	0,202	0,1728
Área ⁷ (mm ²)	2,00	3,43	2,75	2,54	2,48	2,78	0,3020	0,0906

¹Tratamentos: C=controle, sem uso de aditivo; M30=monensina sódica 30 ppm; M20+V15=monensina sódica 20 ppm + virginiamicina 15 ppm; M30+V15=monensina sódica 30 ppm + virginiamicina 15 ppm; V17=virginiamicina 17 ppm; S13+V15=salinomicina 13 ppm + virginiamicina 15 ppm.

²Erro padrão da média

³Valor de probabilidade

⁴ Escore para coloração da superfície do epitélio ruminal: 1=normal; 2=cinza; 3=cinza escuro; 4=escuro

⁵Escore para incidência de paraqueratose no rúmen: 1=nenhuma; 2=baixa; 3=média; 4=moderada; 5=alta

⁶Escore para avaliação da ocorrência de lesões ou cicatrizes no epitélio ruminal: 1=ausente; 2=descamado; 3=cicatriz; 4=lesão

⁷Altura, largura e área das papilas ruminiais

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

Não houve diferença estatística para área, lesão, altura e largura das papilas ruminais ($P>0,05$). Houve diferença estatística para coloração do epitélio ruminal e paraqueratose ruminal ($P<0,05$). De modo geral, a incidência de paraqueratose foi baixa, porém o tratamento contendo apenas monensina obteve o maior valor (1,52) em relação aos demais tratamentos. A coloração ruminal foi escura para todos os tratamentos, sendo o maior valor (3,59) para o tratamento SL13+V15 e o menor valor (2,67) para M20+V15 ($P<0,05$).

Os melhores dados de desempenho animal dos animais suplementados com aditivos não podem ser explicados por melhoras nos aspectos de saúde ruminal. De modo geral os animais suplementados com monensina apresentaram maiores incidências de paraqueratose ruminal que os animais do tratamento controle, o que contraria todas as expectativas baseadas na literatura revisada. A menor IMS observada, a menor concentração de lactato (Nagaraja et al., 1981; Nagaraja et al., 1982; Harmon et al., 1993; Ives et al., 2002) e refeições mais freqüentes e menores (Mariani, 2010) deveriam contribuir para melhor saúde ruminal dos animais alimentados com monensina.

Na Tabela 9 são apresentados os valores de energia líquida observada das dietas, calculados com base nos dados médios de desempenho animal (IMS, peso corporal e ganho de peso diário), segundo metodologia de Zinn e Shen (1998) e a relação desses valores com os valores esperados calculados com base na composição química dos ingredientes, NDT estimado por Weiss et al. (1992) e fórmulas para cálculo de energia do NRC (1996).

Tabela 9 - Efeito dos aditivos nas concentrações de Energia líquida observada das dietas

Item	Tratamentos ¹						EPM ²	P ³
	C	M30	M20+V15	M30+V15	V17	SL13+V15		
ELm obs, Mcal/Kg	1,66 ^c	1,77 ^{bc}	1,80 ^{ab}	1,91 ^a	1,77 ^{bc}	1,80 ^{ab}	0,044	0,0456
ELg obs, Mcal/Kg	1,05 ^c	1,14 ^{bc}	1,17 ^{ab}	1,26 ^a	1,15 ^b	1,16 ^{ab}	0,038	0,0428
ELm obs/esp, Mcal/Kg	0,84	0,79	0,81	0,82	0,78	0,80	0,018	0,1424
ELg obs/esp, Mcal/Kg	0,80 ^g	0,86 ^{fg}	0,87 ^{fg}	0,89 ^f	0,83 ^{fg}	0,87 ^{fg}	0,026	0,0792

¹Tratamentos: C=controle, sem uso de aditivo; M30=monensina sódica 30 ppm; M20+V15=monensina sódica 20 ppm + virginiamicina 15 ppm; M30+V15=monensina sódica 30 ppm + virginiamicina 15 ppm; V17=virginiamicina 17 ppm; S13+V15=salinomicina 13 ppm + virginiamicina 15 ppm.

² Erro padrão da média

³ Valor de probabilidade

^{a,b,c} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si ($P<0,05$)

Conforme esperado e condizente com a literatura revisada e com os dados de desempenho do presente estudo, os tratamentos contendo os aditivos testados apresentaram valores mais altos de energia líquida da dieta em relação ao tratamento controle. Novamente, o valor mais alto de energia líquida observada seja para manutenção ou para ganho, ocorreu no tratamento que combinou monensina com virginiamicina.

Os valores de energia observada foram expressivamente menores que os esperados calculados com base na composição química dos ingredientes. Isso se deve ao tipo de milho utilizado no experimento. A maior parte do milho utilizado no Brasil é do tipo duro ou semi-duro. A equação de Weiss et al. (1992) utilizada para estimar o NDT do milho não tem fator de redução na digestibilidade da fração CNF para este tipo de milho. É sabido que o amido de milho semi-duro é menos digestível que de milho dentado (CORREIA et al., 2002). Sendo assim os valores estimados de energia do milho pela fórmula de Weiss et al. (1992) são superestimados no caso do milho semi-duro utilizado no Brasil.

Na Tabela 10 são apresentados os valores de energia líquida e NDT do milho calculados com base nos valores de amido fecal (Zinn et al., 2007) e na Tabela 11 são apresentados valores esperados de Elg e ELm de energia líquida da dieta calculada a partir dos valores de NDT do milho obtido para cada tratamento com base nos teores de amido fecal e a relação desses valores com os valores da Tabela 9, calculados com base no desempenho dos animais (IMS, GDP e PC) segundo Zinn e Shen (1998).

Tabela 10 - Estimativas dos valores de Energia líquida e NDT do milho com base nos valores de amido fecal

Item	Tratamentos ¹						EPM ²	P ³
	C	M30	M20+V15	M30+V15	V17	SL13+V15		
ELm AF, Mcal/Kg	2,00	2,09	2,06	2,05	1,97	2,01	0,056	0,4450
ELg AF, Mcal/Kg	1,34	1,42	1,40	1,39	1,32	1,36	0,049	0,4406
ELm AF/Mcal/Kg	0,87	0,91	0,90	0,90	0,86	0,88	0,025	0,4273
ELg AF/Mcal/Kg	0,88	0,93	0,92	0,91	0,85	0,89	0,031	0,4338
NDT milho*	82,5	85,7	85,0	84,7	81	83,3	-	-

¹Tratamentos: C=controle, sem uso de aditivo; M30=monensina sódica 30 ppm; M20+V15=monensina sódica 20 ppm + virginiamicina 15 ppm; M30+V15=monensina sódica 30 ppm + virginiamicina 15 ppm; V17=virginiamicina 17 ppm; S13+V15=salinomicina 13 ppm + virginiamicina 15 ppm.

² Erro padrão da média

³ Valor de probabilidade

*NDT estimado por Zinn

Tabela 11 - Estimativas dos valores de Energia líquida das dietas com base nos valores de NDT do milho da Tabela 10

Item	Tratamentos ¹					
	C	M30	M20+V15	M30+V15	V17	SL13+V15
ELm AF, Mcal/Kg	1,79	2,09	2,07	2,07	1,97	2,03
ELg AF, Mcal/Kg	1,18	1,24	1,23	1,22	1,15	1,16
ELm obs/esp, Mcal/Kg	0,93	0,85	0,87	0,92	0,90	0,89
ELg obs/esp, Mcal/Kg	0,89	0,92	0,95	1,03	1,00	0,97

¹Tratamentos: C=controle, sem uso de aditivo; M30=monensina sódica 30 ppm; M20+V15=monensina sódica 20 ppm + virginiamicina 15 ppm; M30+V15=monensina sódica 30 ppm + virginiamicina 15 ppm; V17=virginiamicina 17 ppm; S13+V15=salinomicina 13 ppm + virginiamicina 15 ppm.

Conforme esperado, os valores de energia do milho semi-duro moído fino (Tabela 10), estimados com base nos teores de amido fecal (ZINN et al., 2007) são expressivamente menores que os valores tabulares do NRC (1996) para milho dentado moído e os valores estimados pelas fórmulas de Weiss et al. (1992).

Os valores de energia líquida das dietas (Tabela 11) estimados com base nos valores de NDT do milho da Tabela 10 ficaram mais próximos dos valores da Tabela 9 calculados com base no desempenho dos animais segundo metodologia de Zinn e Shen (1998), que os valores de energia das dietas estimados com base nos valores de energia dos ingredientes obtidos com a fórmula de Weiss et al. (1992).

Na Tabela 12 são apresentados os valores de amido fecal e digestibilidade do amido no trato digestivo total. Não houve efeito de aditivo nos teores de amido fecal e na digestibilidade do amido ($P>0,05$). Apesar de não haver diferença estatística entre os tratamentos, valores maiores de digestibilidade foram observados nos tratamentos com monensina, talvez em virtude das IMS menores nesses tratamentos.

Os valores de digestibilidade do amido entre 81,06 e 85,68% no trato digestivo total de bovinos confinados com milho semi-duro moído fino, são expressivamente menores que os valores de 92% relatados por Owens e Soderlund (2007) com milho dentado laminado.

Tabela 12 - Efeito dos aditivos na digestibilidade do amido no trato digestivo total

Item	Tratamentos ¹						EPM ²	P ³
	C	M30	M20+V15	M30+V15	V17	SL13+V15		
Amido fecal (%)	23,74	20,42	21,22	21,48	25,74	23,13	0,1268	1,46
Digest. amido (%)	82,24	85,68	84,84	84,15	81,06	82,84	0,3613	1,64

¹Tratamentos: C=controle, sem uso de aditivo; M30=monensina sódica 30 ppm; M20+V15=monensina sódica 20 ppm + virginiamicina 15 ppm; M30+V15=monensina sódica 30 ppm + virginiamicina 15 ppm; V17=virginiamicina 17 ppm; S13+V15=salinomicina 13 ppm + virginiamicina 15 ppm.

² Erro padrão da média

³Valor de probabilidade

Na Tabela 13 são apresentados os dados de comportamento animal.

Tabela 13 - Efeito dos aditivos no comportamento ingestivo dos animais (em minutos)

Item	Tratamentos ¹						EPM ²	P ³
	C	M30	M20+V15	M30+V15	V17	SL13+V15		
Ócio (pé)	470,30 ^a	493,11 ^a	456,25 ^{ab}	452,36 ^{ab}	416,85 ^b	484,95 ^a	17,6220	0,0192
Ócio								
(deitado)	591,35 ^{ab}	563,15 ^b	586,95 ^b	587,59 ^b	630,64 ^a	563,30 ^b	16,3330	0,0391
Ruminando								
(pé)	68,50	82,50	78,45	74,80	71,35	80,25	6,9220	0,6575
Ruminando								
(deitado)	177,60	166,25	168,75	157,20	181,85	177,15	14,7360	0,0777
Comendo	123,60	121,40	142,20	137,30	114,15	127,25	10,6350	0,4253
Bebendo	8,65	7,70	5,92	9,12	5,50	7,20	1,2020	0,1671

¹Tratamentos: C=controle, sem uso de aditivo; M30=monensina sódica 30 ppm; M20+V15=monensina sódica 20 ppm + virginiamicina 15 ppm; M30+V15=monensina sódica 30 ppm + virginiamicina 15 ppm; V17=virginiamicina 17 ppm; S13+V15=salinomicina 13 ppm + virginiamicina 15 ppm.

² Erro padrão da média

³ Valor de probabilidade

^{a,b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,05)

Os aditivos não afetaram o tempo de alimentação dos animais (P>0,05) apesar das diferenças observadas nas IMS entre os tratamentos.

Mariani (2010) reportou que animais suplementados com monensina apresentam maior número de refeições por dia e menor tempo de alimentação por refeição, indicando que animais suplementados com monensina vão mais vezes ao cocho, parcelando desta forma a quantidade de carboidratos rapidamente fermentáveis que

atinge o rúmen. Assim, a taxa de passagem poderia ser diminuída e o aproveitamento dos nutrientes melhorado, reduzindo-se com isso a IMS.

No presente estudo não foram mensurados os números de refeições e os tempos de alimentação por refeição dos animais.

Do tempo diário em ruminação, 62 a 83% ocorre com o animal deitado (HAFEZ e BOUISSOU, 1975; ARNOLD e DUDZINSKI, 1978 apud POLLI et al., 1995). Nesse experimento a ruminação ocorreu em média de 69,27% do tempo com os animais deitados. Somando-se os valores referentes aos tempos de ruminação (em pé e deitado) e comendo, o valor médio obtido foi de 375,09 minutos, o que fica bem próximo ao valor médio de 355 minutos/dia de atividade de mastigação utilizado por Mooney e Allen (1997) para desenvolvimento de método para calcular o fator de efetividade física da fração FDN.

4.2 Experimento 2

No experimento 2, dos 96 animais iniciais, dois animais foram retirados do experimento por rejeição ao cocho e 1 por morte por carbúnculo sintomático, totalizando 93 animais experimentais.

Na Tabela 14 são apresentados os dados de desempenho obtidos no experimento 2.

Tabela 14 - Desempenho dos animais suplementados com diferentes aditivos

Item	Tratamentos ¹				EPM ²	P ³
	C	M30	LEV	LEV+BACT		
N ⁴	23	24	23	23	-	-
Dias	109	109	109	109	-	-
IMS ⁵ , Kg	9,35 ^a	8,25 ^b	9,33 ^a	9,20 ^{ab}	0,309	0,0949
PCI ⁶ , Kg	321,5	321,5	321,41	321,50	0,083	0,5879
PF ⁷ , Kg	485,71	474,98	488,91	481,23	9,32	0,7434
GPD ⁸ , Kg	1,5	1,41	1,53	1,46	0,08	0,7581
EA ⁹ (GDP/IMS)	0,160	0,170	0,163	0,159	0,006	0,6004
RC ¹⁰ , %	52,06	55,36	53,56	55,93	2,37	0,5247
EGS ¹¹ , mm	3,43	3,50	3,60	3,59	0,41	0,9853
AOL ¹² , cm ²	70,81	67,51	69,30	69,03	1,24	0,3681
AH ¹³	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-

¹Tratamentos: C=controle, sem uso de aditivo; M30=monensina sódica (Rumenfort®) na dosagem de 30 ppm; LEV=levedura *Saccharomyces cerevisiae* (BIOSAF SC 47 termoestável®) na dosagem de 10 g/ animal/ dia – 10⁹ UFC/g; LEV+BACT=combinção dos microorganismos probióticos *Bifidobacterium bifidum* (3,33 x 10⁶ UFC/g), *Lactobacillus acidophilus* (3,33 x 10⁶ UFC/g), *Lactobacillus plantarum* (1,66 x 10⁶ UFC/g), *Enterococcus faecium* (1,66 x 10⁶ UFC/g) e *Saccharomyces cerevisiae* (3,33 x 10⁶ UFC/g) - FLORAFORT®, na dosagem de 3g/animal/dia.

² Erro padrão da média

³ Valor de probabilidade

⁴N: número de animais

⁵IMS: Ingestão de matéria seca

⁶PI: Peso corporal inicial

⁷PF: Peso final

⁸ GPD: Ganho de peso diário

⁹EA: Eficiência alimentar

¹⁰RC: Rendimento de carcaça

¹¹EGS: Espessura de gordura subcutânea

¹²AOL: Área de olho de lombo

¹³AH: Abscessos hepáticos

^{a,b}Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,10)

A suplementação com monensina sódica reduziu a IMS dos animais (P<0,1). Como citado anteriormente, a redução da IMS tem sido relatada de forma consistente na literatura (DAVIS e ERHART, 1976; GILL et al., 1976; PERRY et al., 1976; BOLING et al., 1977; DARTT et al., 1978; HEINEMANN et al., 1978; PENDLUM et al., 1978; WADE STEEN et al., 1978; JOHNSON et al., 1979; BERGER et al., 1981; BOUCQUÉ et al., 1982; PERRY et al., 1983; POTTER et al., 1985; OSCAR et al., 1987; BURRIN et al., 1988; STOCK et al., 1990; ZINN et al., 1994; STOCK et al., 1995; LANA e FOX, 2001; GIBB et al., 2001; OLIVEIRA, 2004; VALINOTE, 2007; GOMES, 2009; GOMES et al., 2011).

A ausência de efeito de DFMs na IMS no presente estudo está de acordo com a maioria dos trabalhos revisados (KIESLING et al., 1982; ANDERSON, 1993; ORR et al., 1988; WARE et al., 1988; RAMESHWAR et al., 1998; GALYEAN et al., 2000; RUST et al., 2000; GREENE, 2002; AGAZZI et al., 2009; GOMES, 2009).

Os aditivos não afetaram os dados de desempenho animal ($P>0,05$) como PF, GPD, EA e as características de carcaça como RC, EGS, AOL e AH. No presente estudo a suplementação com DFMs não teve efeito no desempenho de tourinhos Nelore alimentados com dietas contendo teores elevados de milho. O mesmo foi observado por Gomes (2009) com tourinhos da raça Nelore alimentados com dietas ricas em concentrado, porém com menor teor de amido e com inclusão de doses altas de co-produtos.

Krehbiel et al. (2003) resumiram os resultados de diversos ensaios de confinamento publicados a partir da década de 80 e relataram aumento no ganho de peso diário de aproximadamente 2,5 a 5% e uma melhoria na eficiência alimentar de 2%, quando bovinos foram alimentados com dietas contendo DFMs.

Erasmus et al. (2009) realizou uma meta-análise para observar o efeito da monensina, leveduras *Saccharomyces cerevisiae* e a combinação de ambos aditivos na produção de bovinos de corte, utilizando 15 ensaios. O banco de dados incluía dados de 1.875 animais, para análise de ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar. Observou-se que o GPD dos animais que não receberam nenhum tipo de aditivo foi menor (1,45 kg/dia) do que aqueles suplementados com leveduras (1,54 kg/dia), com monensina apenas (1,54 kg/d) ou, ainda, da combinação dos dois aditivos (1,57 kg/dia). A conversão alimentar dos bovinos suplementados com leveduras (6,40 kg MS/kg de ganho de peso) foi melhor do que a dos não-suplementados, (6,61 kg de MS/kg de ganho de peso), mas não diferiu da dos bovinos suplementados com monensina (6,32 kg MS/ kg de ganho de peso) ou da combinação dos aditivos (6,13 kg de MS/kg de peso ganho) ($P>0,05$). Segundo os autores, os resultados sugerem efeitos semelhantes das leveduras e da monensina sobre o desempenho de bovinos em confinamento.

Em dietas com teores baixos de forragem como as fornecidas no presente estudo, é pouco provável que leveduras possam exercer de forma eficiente seu principal papel que é estimular a digestão de fibra e assim estimular a IMS de bovinos

confinados. O baixo teor de FDN dessas dietas pode limitar o efeito positivo das leveduras na IMS.

A ausência de efeito dos aditivos nos parâmetros de carcaça condiz com a literatura tanto para os ionóforos (BOLING et al., 1976; DAVIS e ERHART, 1976; GILL et al., 1976; WADE STEEN et al., 1978; JOHNSON et al., 1979; BERGER et al., 1981; BOUCQUÉ et al., 1983; FERRILL et al., 1983; GOODRICH et al., 1984; MORRIS et al., 1990; GALYEAN et al., 1992; ZINN e BORQUES, 1993; GIBB et al., 2001; BERTHIAUME et al., 2006; GOMES, 2009; MEYER et al., 2009; FELIX e LOERCH, 2011) quanto para os probióticos (MIR e MIR, 1994; SWINEY-FLOYD, 1999; RUST et al., 2000; GOMES, 2009).

Segundo Elam (2003) parece razoável assumir que DFMs podem funcionar em condições de confinamento, porém os mecanismos pelos quais ocorre melhoria do desempenho ainda não estão totalmente definidos. Há uma grande variabilidade nos resultados observados com a inclusão de DFMs nas rações de bovinos (HUBER, 1997). Na Tabela 15 são apresentados os resultados de saúde ruminal.

Tabela 15 - Efeito dos aditivos nos parâmetros de saúde ruminal

Item	Tratamentos ¹				EPM ²	P ³
	C	M30	LEV	LEV+BACT		
Coloração ⁴	0,73	0,88	0,81	0,97	0,04	0,20
Paraqueratose ⁵	0,23	0,25	0,16	0,21	0,08	0,92
Lesão ⁶	0,76	0,43	0,52	0,64	0,10	0,16
Altura (mm) ⁷	9,0 ^b	10,5 ^a	9,8 ^{ab}	9,5 ^{ab}	0,04	0,10
Largura (mm) ⁷	1,4	1,8	1,8	1,5	0,01	0,16
Área (mm ²) ⁷	1,3 ^c	1,9 ^a	1,7 ^{ab}	1,5 ^{bc}	0,01	0,04

¹Tratamentos: C=controle, sem uso de aditivo; M30=monensina sódica (Rumenfort®) na dosagem de 30 ppm; LEV=levedura *Saccharomyces cerevisiae* (BIOSAF SC 47 termoestável®) na dosagem de 10 g/ animal/ dia – 10⁹ UFC/g; LEV+BACT=combinção dos microorganismos probióticos *Bifidobacterium bifidum* (3,33 x 10⁶ UFC/g), *Lactobacillus acidophilus* (3,33 x 10⁶ UFC/g), *Lactobacillus plantarum* (1,66 x 10⁶ UFC/g), *Enterococcus faecium* (1,66 x 10⁶ UFC/g) e *Saccharomyces cerevisiae* (3,33 x 10⁶ UFC/g) - FLORAFORT®, na dosagem de 3g/animal/dia.

²Erro padrão da média

³Valor de probabilidade

⁴Escore para coloração da superfície do epitélio ruminal: 0=coloração normal; 1= coloração cinza; 2= coloração escura

⁵Escore para incidência de paraqueratose no rúmen: 0=nenhuma; 1= baixa; 2=moderada; 3=alta

⁶Escore para avaliação da ocorrência de lesões ou cicatrizes no epitélio ruminal: 0= ausente; 1= descamado; 2 = cicatriz/lesão

⁷Altura, largura e área das papilas ruminais

^{a,b}Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,05)

Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para os principais parâmetros de saúde ruminal ($P>0,05$). A maior parte dos animais apresentou coloração normal ou cinza, o que condiz com os resultados apresentados por Haskins et al. (1969) avaliando animais recebendo dietas com baixo teor de volumoso. Houve baixa incidência de paraqueratose entre os animais. A largura das papilas não foi diferente entre os tratamentos e com relação à altura, foi observada diferença com os animais consumindo monensina ($P<0,1$), apresentando maiores valores em relação aos animais do grupo controle, porém não apresentaram diferenças entre os outros aditivos. Em relação à área das papilas (altura x largura) foram observadas diferenças entre os tratamentos ($P<0,05$). Os animais suplementados apresentaram maior área de papilas que os animais controle, com efeito significativo para a monensina e para a levedura ($P<0,05$).

Na Tabela 16 são apresentados os valores de energia líquida observada das dietas. Não houve diferença estatística entre os tratamentos para os valores de energia líquida de manutenção e de ganho observadas ($P>0,05$).

Tabela 16 - Efeito dos aditivos nos teores de Energia líquida das dietas (Zinn e Shen, 1998)

Item	Tratamentos ¹				EPM ²	P ³
	C	M30	LEV	LEV+BACT		
ELm obs, Mcal/Kg	1,87	1,98	1,9	1,86	0,048	0,3325
ELg obs, Mcal/Kg	1,23	1,33	1,25	1,22	0,042	0,2988
ELm obs/esp, Mcal/Kg	0,93 ^a	0,88 ^{ab}	0,84 ^{ab}	0,83 ^b	0,022	0,0367
ELg obs/esp, Mcal/Kg	0,91	0,98	0,93	0,90	0,032	0,3305

¹Tratamentos: C=controle, sem uso de aditivo; M30=monensina sódica (Rumenfort[®]) na dosagem de 30 ppm; LEV=levedura *Saccharomyces cerevisiae* (BIOSAF SC 47 termoestável[®]) na dosagem de 10 g/ animal/ dia – 10^9 UFC/g; LEV+BACT=combinção dos microorganismos probióticos *Bifidobacterium bifidum* ($3,33 \times 10^6$ UFC/g), *Lactobacillus acidophilus* ($3,33 \times 10^6$ UFC/g), *Lactobacillus plantarum* ($1,66 \times 10^6$ UFC/g), *Enterococcus faecium* ($1,66 \times 10^6$ UFC/g) e *Saccharomyces cerevisiae* ($3,33 \times 10^5$ UFC/g) - FLORAFORT[®], na dosagem de 3g/animal/dia.

² Erro padrão da média

³ Valor de probabilidade

^{a,b}Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si ($P<0,05$)

Diferente do relatado na literatura revisada, os tratamentos contendo os aditivos testados não apresentaram valores mais altos de energia líquida da dieta em relação ao tratamento controle, condizente com a ausência de efeito dos aditivos no desempenho animal (Tabela 14). Apesar dos efeitos positivos de DFMs para bovinos confinados

relatados na revisão de Krehbiel et al. (2003), os dados do presente estudo estão de acordo com os dados de dois estudos anteriores conduzidos no Departamento de Zootecnia da ESALQ por Gomes (2009) que também não observou efeito positivo de leveduras e da combinação destas com bactérias probióticas para tourinhos Nelore alimentados com dietas com teores altos de concentrado.

Assim como relatado no experimento 1, os valores de energia observada foram menores que os esperados calculados com base na composição química dos ingredientes. Conforme já discutido, isso se deve ao tipo de milho utilizado no experimento, milho semi-duro.

A equação de Weiss et al. (1992) utilizada para estimar o NDT do milho não tem fator de redução na digestibilidade da fração CNF para este tipo de milho. É sabido que o amido de milho semi-duro é menos digestível que de milho dentado (CORREIA et al., 2002). Sendo assim os valores estimados de energia do milho pela fórmula de Weiss et al. (1992) são superestimados no caso do milho semi-duro utilizado no Brasil.

Na Tabela 17 são apresentados os valores de energia líquida e NDT do milho calculados a partir dos valores de amido fecal e na Tabela 18 são apresentados valores de energia líquida da dieta calculada a partir dos valores de NDT do milho da Tabela 17 para cada tratamento.

Tabela 17 - Efeito dos aditivos nos teores de Energia líquida e de NDT do milho com base nos teores de amido fecal

Item	Tratamentos ¹				EPM ²	P ³
	C	M30	LEV	LEV+BACT		
ELm obs, Mcal/Kg	2,05	2,10	2,10	2,09	0,073	0,8603
ELg obs, Mcal/Kg	1,39	1,43	1,43	1,42	0,064	0,8773
ELm obs/esp, Mcal/Kg	0,89	0,92	0,92	0,91	0,032	0,8385
ELg obs/esp, Mcal/Kg	0,88	0,90	0,90	0,90	0,040	0,8649
NDT milho*	84	86	85,7	85,7	-	-

¹Tratamentos: C=controle, sem uso de aditivo; M30=monensina sódica (Rumenfort®) na dosagem de 30 ppm; LEV=levedura *Saccharomyces cerevisiae* (BIOSAF SC 47 termooestável®) na dosagem de 10 g/ animal/ dia – 10⁹ UFC/g; LEV+BACT=combinção dos microorganismos probióticos *Bifidobacterium bifidum* (3,33 x 10⁶ UFC/g), *Lactobacillus acidophilus* (3,33 x 10⁶ UFC/g), *Lactobacillus plantarum* (1,66 x 10⁶ UFC/g), *Enterococcus faecium* (1,66 x 10⁶ UFC/g) e *Saccharomyces cerevisiae* (3,33 x 10⁵ UFC/g) - FLORAFORT®, na dosagem de 3g/animal/dia.

² Erro padrão da média

³ Valor de probabilidade

*NDT estimado por Zinn

Tabela 18 - Efeito dos aditivos nos teores de Energia líquida das dietas com base nos valores de NDT do milho da Tabela 16

Item	Tratamentos ¹			
	C	M30	LEV	LEV+BACT
ELm AF, Mcal/Kg	1,83	2,10	2,09	2,09
ELg AF, Mcal/Kg	1,21	1,25	1,24	1,24
ELm obs/esp, Mcal/Kg	1,02	0,94	0,91	0,89
ELg obs/esp, Mcal/Kg	1,02	1,06	1,01	0,98

¹Tratamentos: C=controle, sem uso de aditivo; M30=monensina sódica (Rumenfort[®]) na dosagem de 30 ppm; LEV=levedura *Saccharomyces cerevisiae* (BIOSAF SC 47 termoestável[®]) na dosagem de 10 g/ animal/ dia – 10⁹ UFC/g; LEV+BACT=combinção dos microorganismos probióticos *Bifidobacterium bifidum* (3,33 x 10⁶ UFC/g), *Lactobacillus acidophilus* (3,33 x 10⁶ UFC/g), *Lactobacillus plantarum* (1,66 x 10⁶ UFC/g), *Enterococcus faecium* (1,66 x 10⁶ UFC/g) e *Saccharomyces cerevisiae* (3,33 x 10⁵ UFC/g) - FLORAFORT[®], na dosagem de 3g/animal/dia.

Conforme esperado, os valores de energia do milho semi-duro moído fino (Tabela 17), estimados com base nos teores de amido fecal (Zinn et al., 2007) são menores que os valores tabulares do NRC (1996) para milho dentado moído e os valores estimados pelas fórmulas de Weiss et al. (1992).

Os valores de energia líquida das dietas (Tabela 18) estimados com base nos valores de NDT do milho da Tabela 17 ficaram muito próximos dos valores da Tabela 9, calculados com base no desempenho dos animais segundo metodologia de Zinn e Shen (1998).

Na Tabela 19 são apresentados os valores de amido fecal e digestibilidade do amido no trato digestivo total. Assim como no experimento 1 não houve efeito de aditivo nos teores de amido fecal e na digestibilidade do amido ($P>0,05$). Os valores de digestibilidade do amido entre 83,75 e 85,62% no trato digestivo total de bovinos confinados com milho semi-duro moído fino, são consideravelmente menores que os valores de 92% relatados por Owens e Soderlund (2007) com milho dentado laminado.

Tabela 19 - Efeito dos aditivos na digestibilidade do amido no trato digestivo total

Item	Tratamentos ¹				EPM ²	P ³
	C	M30	LEV	LEV+BACT		
Amido fecal (%)	22,26	20,09	20,28	20,38	1,81	0,8172
Digest. amido (%)	83,75	85,62	85,54	85,32	1,83	0,8744

¹Tratamentos: C=controle, sem uso de aditivo; M30=monensina sódica (Rumenfort®) na dosagem de 30 ppm; LEV=levedura *Saccharomyces cerevisiae* (BIOSAF SC 47 termoestável®) na dosagem de 10 g/ animal/ dia – 10⁹ UFC/g; LEV+BACT=combinção dos microorganismos probióticos *Bifidobacterium bifidum* (3,33 x 10⁶ UFC/g), *Lactobacillus acidophilus* (3,33 x 10⁶ UFC/g), *Lactobacillus plantarum* (1,66 x 10⁶ UFC/g), *Enterococcus faecium* (1,66 x 10⁶ UFC/g) e *Saccharomyces cerevisiae* (3,33 x 10⁵ UFC/g) - FLORAFORT®, na dosagem de 3g/animal/dia.

² Erro padrão da média

³ Valor de probabilidade

Na Tabela 20 são apresentados os dados de comportamento animal.

Tabela 20 - Efeito dos aditivos no comportamento animal (em minutos)

Item	Tratamentos ¹				EPM ²	P ³
	C	M30	LEV	LEV+BACT		
Ócio em pé	475,10	470,50	475,45	496,80	21,8300	0,7573
Ócio deitado	603,55	595,25	610,85	570,55	14,6100	0,2950
Ruminando em pé	82,20	65,05	73,05	80,95	6,7200	0,1886
Ruminando deitado	144,15	171,55	149,1	175,65	10,6200	0,0777
Comendo	124,50	127,90	120,35	103,85	10,3800	0,0248
Bebendo	10,50	9,75	11,20	12,20	1,4900	0,7021

¹Tratamentos: C=controle, sem uso de aditivo; M30=monensina sódica (Rumenfort®) na dosagem de 30 ppm; LEV=levedura *Saccharomyces cerevisiae* (BIOSAF SC 47 termoestável®) na dosagem de 10 g/ animal/ dia – 10⁹ UFC/g; LEV+BACT=combinção dos microorganismos probióticos *Bifidobacterium bifidum* (3,33 x 10⁶ UFC/g), *Lactobacillus acidophilus* (3,33 x 10⁶ UFC/g), *Lactobacillus plantarum* (1,66 x 10⁶ UFC/g), *Enterococcus faecium* (1,66 x 10⁶ UFC/g) e *Saccharomyces cerevisiae* (3,33 x 10⁵ UFC/g) - FLORAFORT®, na dosagem de 3g/animal/dia.

² Erro padrão da média

³ Valor de probabilidade

Não houve efeito dos aditivos nos parâmetros de comportamento animal ($P>0,05$). Quando somados os tempos de ruminação (em pé e deitado) e tempo dos animais comendo, o valor médio obtido foi de 354,57 minutos, o que fica bem próximo do valor de 355 minutos/dia de atividade mastigatória utilizado por Mooney e Allen (1997), conforme discutido anteriormente.

Do tempo diário em ruminação, 62 a 83% ocorre com o animal deitado (HAFEZ e BOUISSOU, 1975; ARNOLD e DUDZINSKI, 1978 apud POLLI et al., 1995). Nesse experimento a ruminação ocorreu em média de 67,93% do tempo com os animais deitados.

5 CONCLUSÕES

Para tourinhos da raça Nelore alimentados com dietas com teores altos de concentrado:

Os aditivos antibióticos testados foram efetivos para aumentar a densidade energética das dietas e a eficiência alimentar dos animais, ao passo que o mesmo não foi observado com os aditivos probióticos testados.

O efeito positivo dos aditivos antibióticos monensina sódica e virginiamicina foi potencializado quando ambos foram combinados, em comparação com o fornecimento dos aditivos exclusivos.

A suplementação com antibióticos ou com probióticos não melhorou a saúde ruminal dos animais.

Os valores de energia líquida do milho semi-duro utilizado no Brasil, quando estimados com base nos teores de amido fecal, foram mais adequados que os valores tabulares do NRC (1996) para milho dentado e que os valores estimados utilizando a fórmula de Weiss (1992) e a composição química do milho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, 1990. v. 1, 1117 p.

AGAZZI, AL; INVERNIZZI, G.; FERRONI, M.; VANDONI, V.; SOGIFO ROSSI, C. A.; SAVOINI, G.; DELL'ORTO, V.; CHEVAUX, E. Effects of live yeast on growth performances and meat quality of beef cattle fed fast or slow fermentable diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 87, suppl. 2, Abstract T266, 2009.

AGUDELO, J.H.; LINDEMANN, M.D.; CROMWELL, G.L.; NEWMAN, M.C.; NIMMO, R.D. Virginiamycin improves phosphorus digestibility and utilization by growing-finishing pigs fed a phosphorous deficient, corn soybean diet. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 85, p. 2173-2182, 2007.

ANDERSON, V.L. Diets with and without yeast for early weaned beef calves. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 71, suppl. 1, p. 239, 1993.

ARAKAKI, I.C.; STAHRINGER, R.C.; GARRETT, J .E.; DEHORITY, B.A. The effects of feeding monensin and yeast culture, alone or in combination, on the concentration and generic composition of rumen protozoa in steers fed on low-quality pasture supplemented with increasing levels of concentrate. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 84, p. 121-127, 2000.

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

BAGLEY, C.P.; FEAZEL, D.G.; MORRISON, J.I.; LUCAS, D.M. Effects of salinomycin on ruminal characteristics and performance of grazing beef steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 66, p. 792-797, 1988.

BAILE, C.A.; McLAUGHLIN, C.L.; POTTER, E.L.; CHALUPA, W. Feeding behavior changes of cattle during introduction of monensin with roughage or concentrate diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v.48, p.1501-1508, 1979.

BAILE, E.M.; DAHLBY, R.W.; WIGGS, B.R.; GIBBE, H.P.; PARE, P.D. Effect of cold and warm dry air hyperventilation on canine airway blood flow. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 62, p.526-532, 1987.

BALLARINI, R., SHAH, S. P.; KEER, L. M. Failure characteristics of short anchor bolts embedded in a brittle material. Proc. R. S. London A404, 35-54, 1986.

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.

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 ampicillin, on rumen fermentation and feed efficiency. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 49, n. 4, p. 1066-1075, 1979.

BEEDE, D. K. ;FARLIN, S.D. Effects of antibiotics on apparent studies. **Journal of Animal Science**, Albany, v.45, p. 385, 1977.

BEEDE, D.K.; GILL, W.W.; KOENIG, S.E.; LINDSEY, T.O.; SCHELLING, G.T.; MITCHELL, G.E.;TUCKER, R.E. Nitrogen utilization and fiber digestibility in growing steers fed a low protein diet with monensin. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 51, suppl. 1, p. 5, 1980.

BEEDE, D.K.; SCHELLING, G.T.; MITCHELL, G.E.; TUCKER, R.E.; GILL, W.W.; KOENIG, S.E. ; LINDSEY, T.O. Nitrogen utilization and digestibility by growing steers and goats of diets that contain monensin and low crude protein. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 62, p. 857-863, 1986.

BENZ, D.A.; JOHNSON, D.E. The effect of monensin on energy partitioning by forage-fed steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 55, suppl. 1, p. 491, 1982.

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

BERGER, L.L; RICKE, S.C.; FAHEY JR., C.C. Comparison of two levels of lasalocid with monensin on feedlot cattle performance. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 53, 1440-1445, 1981.

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. 1. Feedlot performance, carcass quality, and production costs. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 84, p. 2168-2177, 2006.

BERTO, D.A. **Levedura seca de destilaria de álcool de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de leitões em recria**. 1985. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

BOLING, J.A.; BRADLEY, N.W.; CAMPBELL, L.D. Monensin levels for growing and finishing steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.44, p.867-871, 1977.

BOUCQUÉ, C.V.; FIEMS, L.O.; COTTYN, B.G.; CASTEELS, M.; BUYSSE, F.X. Monensin—odium as a performance-promoting additive for fattening bulls and its impact

on carcass and meat quality characteristics. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, p.401-410, 1982.

BURRIN, D.G. ; BRITTON, R.A. Response to monensin in cattle during subacute acidosis. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 63, p. 888-893, 1988.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135p.

CARARETO, R. **Fontes de nitrogênio, níveis de forragem e métodos de processamento de milho em rações para tourinhos da raça Nelore terminados em confinamento**. 2011. 106 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2011.

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.

CHADEMANA, I.; OFFER, N.W. The effect of dietary inclusion of yeast culture on digestion in the sheep. **Animal Production**, Bletchley, v.50, p. 483-489, 1990.

CHALUPA, W. Manipulating rumen fermentation. **Journal of Animal Science**, Albany, v.45, p.585, 1977.

_____. Chemical control of rumen microbial metabolism. In: RUCKEBUSCH, Y. ; THIVEND, P. (Ed.) **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Lancaster:MTP Press, 1980. p. 325.

CHENG, K.J.; McALLISTER, T.A.; POPP, J.D.; HRISTOV, A.N.; MIR, Z.; SHIN, H.T. A review of bloat in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, p. 299-308, 1998.

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.

CORREA, C.E.S.; SHAVER, R.D.; PEREIRA, M.N.; LAUER, J.G.; KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.85, n.11, p. 3008-3012, 2002.

CROOY, P.; DeNEY, R.J. Virginiamycin: nomenclature. Crooy. **Journal of antibiotics**. Tokyo, v.25, p. 371, 1972.

DANMAP. **Danish veterinary and food administration**. 1999, 2000, 2001, 2002.
Disponível em: www.vetinst.dk Acesso em: 24 mar. 2008.

DARTT, R.M.; BOLING, J.A.; BRADLEY, N.W. Supplemental protein withdrawal and monensin in corn silage diets of finishing steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.46, p.345-349, 1978.

DAVIS, J.V.; ERHART, A.B. Effects of monensin and urea in finishing steer rations. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 43, p. 1-8, 1976.

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

DAWSON, K.A.; NEWMAN, K.E. Fermentations in rumen-simulating continuous cultures receiving probiotic supplements. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 66, suppl. 1, Abstract 500, 1988.

DeSOMER, P.; VAN DIJCK, P. A preliminary report on antibiotic number 899, a streptogramin-like substance. **Antibiotics and Chemotherapy**, Washington, v. 5, p. 11, 1955.

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

DINIUS, D.A.; SIMPSON, M.E. & MARSH, P.B. Effect of monensin fed with forage on digestion and the ruminal ecosystem of steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 42, p. 229-234, 1976.

DONOHU, A.L. Biochemical studies on the fate of monensin in animals and in the environment. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 58, p. 1528-1539, 1984.

EDWARDS, I.E.; MUTSVANGWA, T.; TOPPS, J.H.; PATERSON, G.F.M. The effect of supplemental yeast culture (Yeastacc) on patterns of rumen fermentation and growth performance of intensively fed bulls. **Animal Production**, Bletchley, Inglaterra, v. 51, p.579, 1990.

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, W.C.; DELANEY, D.S. Intraruminal responses to monensin in cattle grazing forages. **Beef cattle research in Texas**, College Station: Texas A&M Agricultural Experiment Station, 1982. p. 84.

ERASMUS, L.J.; BOTHA, P.M.; KISTNER, A. Effect of yeast culture on production, rumen fermentation, and duodenal nitrogen flow in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 75, n. 11, p. 3056-3066, 1992.

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, Abstract T220, 2009.

FERRILL, M.C.; OWENS, F.N.; GILL, D.R. Salinomycin levels for feedlot steers and heifers. **Oklahoma Animal Science Research Report**, Stillwater, MP-114, p. 45, 1983.

FELIX, T.L. e 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**, Albany, v.89, p.2614-2623, 2011.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **Anualpec**: Anuário da pesquisa brasileira. 14 ed. São Paulo: 2008. 371p.

GALYEAN, M.L.; MALCOLM, K.J.; DULFF, G.C. Performance of feedlot steers fed diets containing laidlomycin propionate or monensin plus tylosin, and effects of laidlomycin propionate concentration on intake patterns and ruminal fermentation in beef steers during adaptation to a high-concentrate diet. **Journal Animal Science**, v. 70, p. 2950-8, 1992.

GALYEAN, M. L.; NUNNERY, G.A.; DEFOOR, P.J.; SALYER, G.B. PARSONS, C.H. 2000. Effects of live cultures of *Lactobacillus acidophilus* (Strains 45 and 51) and *Propionibacterium freudenreichii* PF-24 on performance and carcass characteristics of finishing beef steers. Available: <http://www.asft.ttu.edu/burnettcenter/progressreports/bc8.pdf>. Accessed June 27, 2002.

GIBB, D.J.; MOUSTAFA, S.M.S.; WIEDMEIER, R.D.; McALLISTER, T.A. Effect of salinomycin or monensin on performance and feeding behavior of cattle fed wheat or barely-based diets. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.81, p.253-261, 2001.

GILL, D.R.; MARTIN, J.R.; LAKE, R. High, medium and low corn silage diets with and without monensin for feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v 43, p. 363-368, 1976.

GILL, D.R.; SMITH, R.A.; BALL, R.L. The effect of probiotic feeding on health and performance of newly-arrived stocker calves. **Oklahoma Agricultural Experiment Station**, Stillwater, MP-203, p.202-204, 1987.

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 Zoológicas**, cidade, 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 co-produtos**. 2009. 110 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2009.

GOMES, R.C.; ANTUNES, M.T.; SILVA, S.L.; LEME, P.R. Desempenho e digestibilidade de novilhos zebuínos confinados recebendo leveduras vivas e monensina. **Arch. Zootec.**, v.60, p. 1077-1086, 2011.

GOODRICH, R.D.; LINN, J.G.; SCHAFER, J.C. Influence of monensin on feedlot performance – A summary of university trials. **Minnesota Cattle Feeder's Reports**, B-214, 1976.

GOODRICH, R.D.; GARRET, J.E.; GAST, D.R.; KIRICK, M.A.; LARSON, D.A.; MEISKE, J.C. Influence the monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 58, p. 1484-1498, 1984.

GOTTSCHALL, D.W.; WANG, R.; KINGSTON, D.G. Virginiamycin metabolism in cattle rumen fluid. **Drug Metabolism and Disposition: the Biological Fate of Chemicals**, Beltsville, v.16, p.804-812, 1988.

GREENE, W. Use of *Saccharomyces cerevisiae* in beef cattle. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 4., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. p. 79-96.

HAN, H.; HUSSEIN, H.S.; GLIMP, H.A.; SAYLOR, D.H.; GREENE, L.H. Carbohydrate fermentation and nitrogen metabolism of a finishing beef diet by ruminal microbes in continuous cultures as affected by ethoxyquin and (or) supplementation of monensin and tylosin. **Journal of Animal Science**, Albany, v.80, p.1117-1123, 2002.

HANSON, T.L.; KLOPFENSTEIN, T. Monensin, protein source and protein levels for growing steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 48, p. 474-479, 1979.

HARMON, D.L.; KREIKEMEIER, K.K.; GROSS, K.L. Influence of addition of monensin to an alfalfa hay diet on net portal and hepatic nutrient flux in steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 71, p. 218-225, 1993.

HARMON, D.L.; AVERY, T.B. Effects of dietary monensin and sodium propionate on net nutrient flux in steers fed a high-concentrate diet. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 65, p. 1610-1616, 1987.

HARRISON, D.G.; BEEVER, D.E.; THOMPSON, D.J.; OSBOURN, D.J. Manipulation of rumen fermentation in sheep by increasing the rate of flow of water from the rumen. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 85, p. 93, 1975.

HARRISON, G.A.; HEMKEN, R.W.; DAWSON, K.A. Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial population. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 71, n. 11, p. 2967-2975, 1988.

HASKINS, B.R.; WISE, M.B.; CRAIG, H.B.; BLUMER, T.N.; BARRICK, E.R. Effects of adding low levels of roughages or roughage substitutes to high energy rations for fattening steers. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.29, p.345-353, 1969.

HEINEMANN, W.W.; HANKS, E.M.; YOUNG, D.C. Monensin and tylosin in a high energy diet for finishing steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.47, p.34-40, 1978.

HESSION, A.O.; TUNG, R.S.; KRECK, E.M.; KUNG JUNIOR, L. Effect of adding live yeast cultures on in vitro ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, suppl. 1, p. 309, 1992.

HUBER, J.T. Probiotics in cattle. In: FULLER, R. (Ed.). **Probiotics 2: applications and practical aspects**. London: Chapman & Hall, 1997. chap. 7 p. 162-181.

HUFFMAN, R.P.; KARGES, K.K.; KLOPFENSTEIN, R.A.; STOCK, R.; BRITTON, A.; ROTH, L.D. The effect of *Lactobacillus acidophilus* on subacute ruminal acidosis. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, suppl. 1, p. 87, 1992.

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 ESTATÍSTICA. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 23 abril 2011.

IVES, S.E.; TITGEMEYER, E.C.; NAGARAJA, T.G.; DeIBARRIO, 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.

JOHNSON, R.J.; HERLUGSON, M.L.; BOLA OJIKUTU, L.; CORDOVA, G.; DYER, I.A.; ZIMMER, P.; DeLAY, R. Effect of avoparcin and monensin on feedlot performance of beef cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 48, p. 1338-1342, 1979.

JOYNER, A.E. JR.; BROWN, L.J.; FOGG, T.J.; ROSSI, R.T. Effect of monensin on growth, feed efficiency and energy metabolism of lambs. **Journal of Animal Science**, Albany, v.48, p. 1065, 1979.

KIESLING, H.E.; LOEFGREEN, G.P. THOMAS, J.D. A viable *Lactobacillus* culture for feedlot cattle. In: WESTERN SECTION, AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1982. **Proceedings...**1982, v. 33, p. 53-56.

KMET, V.; FLINT, H.J.; WALLACE, R.J. Probiotics and manipulation of rumen development and function. **Archives of Animal Nutrition**, Montreux, v. 44, p. 1-10, 1993.

KNUDSEN, K.E.B. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 67, p. 319-338, 1997.

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.

LANA, R.P, FOX, D.G. Interações entre monensina sódica, óleo de soja e fontes de nirogênio no desempenho de novilhos Aberdeen Angus em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p. 247-253, 2001.

LEE, S.S.; HALE, W.H.; THEURER, B.; SWINGLE, R.S. Effect of monensin on total volatile fatty acid production by steers fed a high grain diet. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 57, p. 178-185, 1983.

LESMEISTER, K.E.; HEINRICHS, A.J. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.87, p. 3439-3450, 2004.

LEMENAGER, R.P.; OWENS, F.N.; LUSBY, K.S. ;TOTUSEK, R. Monensin, forage intake and lactation of range beef cows. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 47, n. 1, p. 247-254, 1978.

LODGE, S.T.; KLOPFENSTEIN, S.T.; STOCK, R.; HEROLD, D. Use of direct-fed microbials to alleviate subacute acidosis. **Beef Cattle Report**, Lincoln: University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources, MP 66-A, 1996.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

MARIANI, T.M. **Suplementação de Anticorpos Policlonais ou Monensina Sódica sobre o Comportamento Ingestivo e Desempenho de Bovinos Brangus e Nelore Confinados**. 2010. 90p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu. 2010.

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.

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/artigos_det.asp?artigo=320. Acesso em: 03 ago. 2011.

McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON, J.I.D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 84, suppl. E, p. E194-E203, 2001.

MEYER, N.F.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; GREENQUIST, M.A.; LUEBBE, M.K.; WILLIAMS, 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**, Albany, v. 87, p. 2346-2354, 2009.

MILLEN, D.D. **Desempenho, avaliação ruminal e perfil metabólico sanguíneo de bovinos jovens confinados suplementados com monensina sódica ou anticorpos policlonais**. 2008. 130p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2008.

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

MILLEN, D.D. **Anticorpos policlonais e monensina sódica na alimentação de bovinos jovens confinados com dietas de alto concentrado**. 2010. 171p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.

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

MIRANDA, R.L.A.; MENDOZA, M.G.D.; BÁRCENA-GAMA, J.R. et al. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* or *Aspergillus oryzae* cultures and NDF level on parameters of ruminal fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.63, n. 2, p. 289-296, 1996.

MITANI, M.; YAMANISHI, T.; MIYAZAKI, Y. Salinomycin: a new monovalent cation ionophore. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, New York, v. 66, n.4, p.1231-1236, 1975.

MONGETALE, 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 da Universidade de São Paulo, 2005.

MONTGOMERY, J.L.; KREHBIEL, C.R.; CRANSTON, J.J.; YATES, D.A.; HUTCHESON, J.P.; NICHOLS, W.T.; STREETER, M.N.; SWINGLE, R.S.; MONTGOMERY, T.H. Effects of dietary zilpaterol hydrochloride on feedlot performance and carcass characteristics of beef steers fed with and without monensin and tylosin. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 87, p. 1013-1023, 2009.

MOONEY, C.S.; ALLEN, M.S. Physical effectiveness of the neutral detergent fiber of whole cottonseed relative to that of alfalfa silage at two lengths of cut. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 2052-2061, 1997.

MORAIS, J.A.S.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 539-570.

MORRIS, F.E.; BRANINE, M.E.; GALYEAN, M.L.; HUBBERT, M.E.; FREEMAN, A.S.; LOFGREEN, G.P. Effect of rotating monensin plus tylosin and lasalocid on performance, ruminal fermentation, and site and extent of digestion in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 68, p. 3069-3078, 1990.

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.; AVERY, T.B.; BARTLEY, E.E.; GALITZER, S.J.; DAYTON, A.D. Prevention of lactic acidosis in cattle by lasalocid or monensin. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 53, p. 206-216, 1981.

NAGARAJA, T.G.; AVERY, T.B.; BARTLEY, E.E.; ROOF, S.K.; DAYTON, A.D. Effect of lasalocid, monensin or thiopeptin on lactic acidosis in cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 54, p. 649-658, 1982.

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.

NAGAJARA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; VAN NEVEL, C.J. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C.S. (Ed.). **The Rumen Microbial ecosystem**. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p. 523-632.

NAGARAJA, T.G. Response of the gut and microbial populations to feedstuffs: the ruminant story. In: MINNESOTA NUTRITION CONFERENCE, 64., 2003. St. Paul. **Proceedings...** St. Paul: Minnesota, 2003. p. 64-77.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6th. Ed. Washington, D.C.: 1984. 90p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requeriments of beef cattle.** 7th .ed. Washington, D.C.: 1996. 244p.

NETO, J.P. Aspectos de farmacocinética e de toxicologia; possíveis impactos na qualidade da proteína de origem animal. O uso adequado de antimicrobianos como aditivos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO DE RESISTÊNCIA BACTERIANA AOS ANTIMICROBIANOS, 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2003. p. 23-27.

NISBET, D.J.; MARTIN, S.A. Effect of dicarboxylic acids and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on lactate uptake by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.56, p. 3515, 1990.

_____. Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 69, p. 4628. 1991.

_____. Effects of fumarate, L-malate and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on D-lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. **Current Microbiology**, New York, v.26, p.133, 1993.

NOCEK, J.E. Bovine acidosis: implications on laminitis. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 80, p. 1005-1028, 1997.

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

OLIVEIRA, M.G. **Deseempenho de bovinos confinados suplementados com diferentes ionóforos.** 2004. 55 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 2004.

ORR, C.L.; WARE, D.R.; MANFREDI, E.T.; HUTCHESON, D.P. The effect of continuous feeding of *Lactobacillus acidophilus* strain BT1386 on gain and feed efficiency of feeder calves. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 66, suppl. 1, p. 460, 1988.

OSBORN, B.S. **Effects of live cultures of Lactobacillus acidophilus on performance and carcass characteristics on finishing beef steers.** 2004. 57p. Tese (Mestrado em Ciências) Texas Tech University, Lubbock, Texas, 57p. 2004.

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.

OVCHINNIKOV, J.A. Physico chemical basis of ion transport through biological membranes: Ionophores and ion channels. **European Journal of Biochemistry**, Berlin, v. 94, p. 321-336, 1979.

OWENS, F.N. Ionophore effect on utilization and metabolism of nutrients-ruminants. In: 1980 GEORGIA NUTRITION CONFERENCE. **Proceedings...** University of Georgia, Athens, 1980. p 17.

OWENS, F.N.; SODERLUND, S. Ruminant and postruminal starch digestion by cattle. In: PIONEER HI-BRED, A DUPONT BUSINESS CONFERENCE, 2007, Jonston. **Proceedings...** Jonston, 2007. 1 CD-ROM.

OWENS, F.N.; SHOCKEY, B.J.; FENT, R.W.; RUST, S.R. Monensin and abomasal protein passage of steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.47, suppl. 1, p. 114, 1978.

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.

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.

PARIGI-BINI, R. Researches on virginiamycin supplementation of feeds used in intensive cattle management. In: PIANA, G.; PIVA, G.(Ed). **PERFORMANCE IN ANIMAL PRODUCTION**, 1979. Milano. **Proceedings...** Milano, 1979. p.237-250.

PENDLUM, L.C.; BOLING, J.A.; BRADLEY, N.W. Levels of monensin with or without tylosin for growing-finishing steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.47, p.1-5, 1978.

PERRY, T.W.; SHIELDS, D.R.; DUNN, W.J.; MOHLER, M.T. Protein levels and monensin for growing and finishing steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 57, p. 1067-1076, 1983.

PIVA, G.; BELLADONA, S.; FUSCONI, G. Effects of yeast on dairy cow performance, ruminal fermentation, blood components, and milk manufacturing properties. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 76, n. 9, p. 2717-2722, 1993.

POLLI, V.A.; RESTLE, J.; SENNA, D.B.; ROSA, C.E.; AGUIRRE, L.F.; SILVA, J.H.S. Comportamento de bovinos e bubalinos em regime de confinamento – I. Atividades. **Ciência Rural**, Santa maria, v. 25, n.1, p.127-131, 1995.

POND, K.P.; ELLIS, W.C. Effects of monensin on fecal output and voluntary intake of grazed coastal Bermuda grass. **Beef Cattle Research in Texas**, College Station: Texas A&M Agricultural Experiment Station, 1981. p.31.

POOS, M. I.; HANSON, T.L.; KLOPFENSTEIN, T.J. Monensin effects on diet digestibility, ruminal protein bypass and microbial protein synthesis. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 48, p. 1516, 1979.

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

POTTER, E.L.; WRAY, M.I.; MULLER, R.D.; GRUETER, H.P.; McASKILL, J.; YOUNG, D.C. Effect of monensin and tylosin on average daily gain, feed efficiency and liver abscess incidence in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 61, p. 1058-1065, 1985.

PRESSMAN, B.C. Biological applications of ionophores. **Annual Review of Biochemistry**, Palo Alto, v. 45, p. 501-530, 1976.

PRESTON, R.L. Management of high concentrate diets in feedlot. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998. Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p.82-91.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; AURA, A.M.; OKSMANCALEDENTY, K.M.; MYLLÄRINEN, P.; SAARELA, M.; MATTILA-SANHOLM, T.; POUTANEN, K. Development of functional ingredients for gut health. **Trends in Food Science and Technology**, Amsterdam, v.13, p.3-11, 2002.

QUIGLEY, J.D.; WALLIS, L.B.; DOWLEN, H.H.; HEITMANN, R.N. Sodium bicarbonate and yeast culture effects on ruminal fermentation, growth, and intake in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 75, p. 3531-3538, 1992.

RAMESHWAR, S. ;CHAUDHARY, L.C.; KAMRA, D.N.;PATHAK, N.N. Effect of dietary supplementation with yeast cell suspension (*Saccharomyces cerevisiae*) on nutrient utilization and growth response in crossbred calves. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, Seoul, v.11, p.268-271, 1998.

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

REFFLET-STABEL, J.; SPEARS, J.W.; HARVEY, R.W.; LUCAS, D.M. Salinomycin and lasalocid effects on growth rate, mineral metabolism and ruminal fermentation in steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 67, p. 2735-2742, 1989.

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.

RIVERA, A. Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.3, p. 617-624, 2010.

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, B.M.; STROBEL, H.J. Effects of additives on in vitro ruminal fermentation: a comparison of monensin and bacitracin, another gram-positive antibiotic. **Journal of Animal Science**, Albany, v.66, p. 552-558, 1988.

RUSSELL, B.M.; THEURER, B.; SWINGLE, R.S.; HALE, W.H. Effect of monensin and nitrogen utilization and digestibility of concentrate diets by steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.50, p. 930-936, 1980.

RUSSELL, J.B. A proposed model of monensin action in inhibiting ruminal bacterial growth: effects on ion flux and proton motive force. **Journal of Animal Science**, Albany, v.64, p.1519-1525, 1987.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 55, p. 1-6, 1989.

RUST, S.R.; OWENS, F.N.; THORNTON, J.H.; FENT, R.W. Monensin and digestibility of feedlot rations. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 47, suppl. 1, p. 437, 1978.

RUST, S.R.; METZ, K.; WARE, D.R. **Effects of Bovamine™ rumen culture on the performance and carcass characteristics of feedlot steers**. 2000. Disponível em: <http://beef.ans.msu.edu/Extension/Publications/Beef_Sheep_and_Forage_Research/M_SU_Beef_Sheep_and_Forage_Report_2000.pdf>. Acesso em: 15 set.2008.

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.; 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 Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2007. p.31-47.

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.; 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.

SAS INSTITUTE. SAS proprietary software release 9.1. Cary: SAS Institute, 2003.

SHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 61, p. 1518-1527, 1984.

SHELLING, G.T.; SPIRES, H.R.; MITCHELL, G.E. JR.; TUCKER, R.E. The effect of various antimicrobials on amino acid degradation rates by rumen microbes. **Fed Proc**, Washington, v. 37, p. 411, 1977.

SHENK, J.S.; WESTERHAUS, M.O. Population definition, Sample selection, and calibration procedures for near infrared reflectance spectroscopy. **Crop Science**, v. 31, p.469-474, 1991.

SIEVERT, S.J.; SHAVER, R.D. Effect of nonfiber carbohydrates level and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on intake, digestion and milk production in lactating dairy cows. **Journal of Animal Science**, Albany, v.71, p. 1032-1040, 1993.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.

SMITH, G.E. Energy metabolism. In: CHURCH, D. (Ed.) **Digestive physiology and nutrition of ruminants**. Corvallis :O and B Books,1971. 601p.

SLYTER, L.L. Influence of acidosis on rumen function. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 43, p. 910-929, 1976.

SPISSO, B.F. **Inocuidade de alimentos de origem animal: determinação de resíduos de ionóforos poliéteres, macrolídeos e lincosamidas em ovos e de tetraciclinas em leite por clae-em/em**. 2010. 132p. Tese (Doutorado em Vigilância Sanitária) – Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2010.

STEWART, L.L.; KIM, B.G.; GRAMM, B.R.; NIMMO, R.D.; STEIN, H.H. Effect of the virginiamycin on the apparent ileal digestibility of amino acids by growing pigs. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 88, p. 1718-1724, 2010.

STOCK, R.A.; LAUDERT, S.B.; STROUP, W.W.; LARSON, E.M.; PARROT, J.C.; BRITTON, R.A. Effect of monensin and monensin and tylosin combination on feed intake variation of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 39-44, 1995.

ST-PIERRE, N.R. Invited review: integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.84, p. 741–755, 2001.

SURBER, L. M. M.; BOWMAN, J.G P. Monensin effects on digestion of corn or barley high concentrate diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v.76, p.1945-1954, 1998.

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**, Albany, v. 77, suppl. 1, p. 77, 1999.

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

THOMSON, D.J.; BEEVER, D.E.; LATHAM, M.J.; SHARPE, M.E.; TERRY, R.A. The effect of inclusion of mineral salts in the diet on dilution rate, pattern of rumen fermentation and the composition of the rumen microflora. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 91, p. 1, 1978.

THORNTON, J.H.; OWENS, F.N. Monensin supplementation and *in vivo* methane production by steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 52, p. 628-634, 1981.

VALINOTE, A.C. **Monensina e levedura em dietas com óleo fornecida a touros Nelores em terminação**. 2007. 58 p. Tese (Doutor em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 2007.

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

VanNEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Effect of monensin on rumen metabolism *in vitro*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 34, p. 251-257, 1977.

VanSOEST, P.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VanSOEST, P. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VASCONCELLOS, J.T.; ELAM, N.A.; BRASHEARS, M.M.; GALYEAN, M.L. Effects of increasing dose of live cultures of *Lactobacillus acidophilus* (Strain NP 51) combined with a single dose of *Propionibacterium freudenreichii* (Strain NP 24) on performance and carcass characteristics of finishing beef steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.86, p.756-762, 2007.

WADE STEEN, W.; GAY, N.; BOLING, J.A.; BRADLEY, N.W.; McCORMICK, J.W.; PENDLUM, L.C. Effect of monensin on performance and plasma metabolites in growing-finishing steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 46, p. 350-355, 1978.

WALLACE, R.J. Ruminant 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.

_____. Rumen fermentation and its manipulation: the development of yeast cultures as feed additives. In: LYONS, T.P (Ed.) **Biotechnology in the feed industry**. , Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1993.173p.

WARE, D.R.; READ, P.L.; MANFREDI, E.T. Pooled summary of eight feedlot trials evaluating performance and carcass characteristics of steers fed *Lactobacillus acidophilus* strain BT1386. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 66, suppl. 1, p. 436, 1988.

WEDEGAERTNER, T.C.;JOHNSON, D.E. Monensin effects on digestibility, methanogenesis and heat increment of a cracked corn silage diet fed to steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 57, p. 168-177, 1983.

WEISS,W.P.;CONRAD,H.R.;St PIERRE,N.R. A theoretically- based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 95-110, 1992.

WIEDMEIER, R.; ARAMBEL, M.J.; WALTERS, J.L. Effects of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extracts on ruminal characteristics and nutrient digestibility. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 70, n. 10, p. 2063-2068, 1987.

WILES, P.G.; GRAY, I.K.; KISSING, R.C. Routine analysis of proteins by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of the AOAC International**, Washington, v.81, n.3, p. 620-632, 1998.

WILLIAMS, D.L.; MAHONEY, J.H. Pre-weaning and post-weaning nutrition. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION, 17., 1984. **Proceedings...** 1984.98p..

WILLIAMS, P.E.V.; NEWBOLD, C.J. Rumen probiosis: the effects of novel microorganisms on rumen fermentation and ruminant productivity. In: HARESIGN, W.;

COLE, D.J.A. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition**. London: Butterworths, 1990. p. 211-227.

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**, Albany, 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.

ZANETTI, M.A.; ORTOLAN, J.H.; DIAZ, P.D.; GAST, L.E. Efeito do uso de aditivos alimentares no pH ruminal de novilhos nelore alimentados com dieta de alto teor de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009. 1 CD-ROM.

ZIEMER, C.J.; GIBSON, G.R. An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: perspectives and future strategies. **International Dairy Journal**, Barking, v.8, p.473-479, 1998.

ZINN, R.A. Influence of forage level on response of feedlot steers to salinomycin supplementation. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 63, p. 2005-2012, 1986a.

_____. Effect of salinomycin supplementation on characteristics of digestion and feedlot performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 63, p. 1996-2004, 1986b.

ZINN, R.A.; BORQUES, J.L. Influence of sodium bicarbonate and monensin on utilization of a fat-supplemented, high-energy growing-finishing diet by feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 71, p. 18-25, 1993.

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

ZINN, R.A.; OWENS, F.N.; WARE, R.A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v.80, p. 1145-1156, 2002.

ZINN, R.A.; PLASCENCIA, A.; BARAJAS, R. Interaction of forage level and monensin in diets for feedlot cattle on growth performance and digestive function. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 72, p. 2209-2215, 1994.

ZINN, R.A., BARRERAS, A.; CORONA, L.; OWENS, F.N.; WARE, R.A. Starch digestion by feedlot cattle: Predictions from analysis of feed and fecal starch and nitrogen. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 85, p. 1727-1730, 2007.