

## Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte





ISSN 1517-3747

Outubro, 2001

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Documentos***

## **Uso de Aditivos na Dieta de Bovinos de Corte**

Maria Luiza Franceschi Nicodemo

Campo Grande, MS  
2001

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Gado de Corte**

Rodovia BR 262, km 4, CEP 79002-970 Campo Grande, MS

Caixa Postal 154

Fone: (67) 368 2064

Fax: (67) 368 2180

<http://www.cnpqg.embrapa.br>

E-mail: [sac@cnpqg.embrapa.br](mailto:sac@cnpqg.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *Cacilda Borges do Valle*

Secretário-Executivo: *Osni Corrêa de Souza*

Membros: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima, Ezequiel Rodrigues do Valle, José Raul Valério, Manuel Cláudio Motta Macedo, Maria Antonia Martins de Ulhôa Cintra, Tênisson Waldow de Souza, Valéria Pacheco Batista Euclides*

Supervisor editorial: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima*

Revisor de texto: *Lúcia Helena Paula do Canto*

Normalização bibliográfica: *Maria Antonia M. de Ulhôa Cintra*

Tratamento de ilustrações: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima*

Foto(s) da capa: *Sheila da Silva Moraes*

Editoração eletrônica: *Ecila Carolina Nunes Zampieri Lima*

**1ª edição**

1ª impressão (2001): 700 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Embrapa Gado de Corte.

---

Nicodemo, Maria Luiza Franceschi

Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte / Maria Luiza Franceschi Nicodemo. -- Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001.

54 p. -- (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1517-3747 ; 106)

ISBN 85-297-0104-6

1. Bovino - Alimentação. 2. Alimentação animal - Aditivo. I. Embrapa Gado de Corte (Campo Grande, MS). II. Título. III. Série.

---

CDD 636.085 (21.ed.)

© Embrapa 2001

# **Autores**

**Maria Luiza Franceschi Nicodemo**

Zootecnista, Ph.D., CRMV-MS Nº 100/Z, Embrapa Gado de Corte, Rodovia BR 262 km 4, Caixa Postal 154, CEP 79002-970 Campo Grande, MS. Endereço eletrônico: [luiza@cnp gc.embrapa.br](mailto:luiza@cnp gc.embrapa.br)



# Agradecimento

A autora agradece aos técnicos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em especial ao Dr. Rui Saravi Leite, da Delegacia Federal da Agricultura em Mato Grosso do Sul (DFA-MS), pelas informações recebidas.



# Sumário

<b>Resumo</b> .....	<b>9</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>11</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>12</b>
<b>Ionóforos</b> .....	<b>12</b>
Modo de ação do ionóforo no hospedeiro .....	13
Outros efeitos sobre o hospedeiro .....	13
Mecanismo de ação antimicrobiana dos ionóforos .....	14
Fatores que afetam a atividade antimicrobiana de ionóforos .....	16
Respostas ao uso de ionóforos .....	17
Quantidade a ser suplementada .....	18
Uso de ionóforos em misturas minerais .....	19
Monensina .....	20
Lasalocida .....	21
<b>Antibióticos</b> .....	<b>23</b>
Restrições ao uso de antibióticos em rações para animais .....	24
Bacitracina .....	25
Tilosina .....	25
Flavomicina .....	26
Virginiamicina .....	26
<b>Supressores de estro</b> .....	<b>27</b>
<b>Tampões</b> .....	<b>27</b>
<b>Suplementação direta de microorganismos e seus extratos</b>	<b>28</b>
<i>Saccharomyces</i> (Levedura) .....	29

Resultados em dietas práticas .....	31
<i>Aspergillus</i> .....	31
Resultados em dietas práticas .....	33
<i>Lactobacillus</i> .....	34
Há possibilidade de suplementação conjunta de ionóforo e culturas de microorganismos? .....	36
Resultados em dietas práticas .....	37
<b>Flora microbiana desidratada .....</b>	<b>37</b>
<b>Enzimas .....</b>	<b>37</b>
<b>Ácidos orgânicos .....</b>	<b>38</b>
<b>Outros .....</b>	<b>39</b>
Poloxalene .....	39
Sarsaponin .....	39
<b>Comentários finais .....</b>	<b>40</b>
<b>Referências bibliográficas .....</b>	<b>41</b>
<b>Bibliografia complementar .....</b>	<b>53</b>

# Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte

*Maria Luiza Franceschi Nicodemo*

## Resumo

Vários suplementos alimentares podem contribuir para o melhor desempenho dos animais em crescimento e terminação. Os aditivos podem melhorar a conversão alimentar e/ou produção (ganho de peso/leite) e/ou sanidade. Eles atuam por diferentes mecanismos, que incluem alteração da fermentação ruminal (pela maior formação de ácido propiônico, diminuição da formação de metano e redução da proteólise e desaminação da proteína dietética no rúmen), estabilização do ambiente ruminal e proteção do trato gastrointestinal dos agentes patogênicos. Ionóforos como a monensina e a lasalocida são antibióticos que alteram os padrões de fermentação ruminal, favorecendo o desenvolvimento das bactérias gram-negativas. Essas bactérias são as principais produtoras de succinato e degradam lactato, auxiliando assim a manutenção do pH no rúmen. Culturas de fungos vivos e seus extratos, especialmente de *Aspergillus oryzae* e *Sacchariomyces cerevisiae*, são utilizadas como suplementos alimentares há vários anos. Existem indicações de que aditivos microbianos podem melhorar a produção de ruminantes em cerca de 7% a 8%, magnitude semelhante à de ionóforos. A ação desses microorganismos parece se concentrar na elevação do consumo, especialmente em dietas ricas em concentrado, e no fluxo de nitrogênio absorvível. Aumentam os números de bactérias celulolíticas e as que utilizam lactato, e observa-se maior estabilidade do ambiente ruminal. O uso de lactobacilos tem-se dado, principalmente, na alimentação de monogástricos e bezerros jovens. Lactobacilos criam um ambiente desfavorável aos patógenos,

por meio de redução do pH (produção de ácido lático e peróxido de hidrogênio), produção de bacteriocinas; inibição da atividade de enterotoxinas; e adesão à parede do trato intestinal. Os efeitos dos microorganismos no desempenho e no metabolismo são variáveis por causa da diversidade de composição dos produtos microbianos, dietas e categoria animal e estágio fisiológico estudados. Aspectos das bases fisiológicas, interações entre aditivos e respostas aos aditivos em dietas práticas são abordados nesta revisão.

Palavras-chave: aditivos alimentares, bovinos, interação alimentar, ionóforos, lactobacillus, leveduras

# Feed additives for beef cattle

## Abstract

*Many feed additives may contribute to improved animal performance. The additives may improve food conversion and/or production (weight gain/ milk) and/or health. They act through many different mechanisms, including altered ruminal fermentation (higher propionate synthesis, reduced methane production and reduced proteolysis and protein deamination in the rumen), established ruminal medium and protecting the gut against pathogens. Ionophores such as monensin and lasalocid are antibiotics that alter the ruminal fermentation patterns, favouring the growth of gram-negative bacteria. These bacteria are the main succinate producers and can degrade lactate, helping the maintenance of rumen pH. Live cultures of fungi and their extracts, mainly of *Aspergillus oryzae* and *Sacchariomyces cerevisiae*, have been used as feed supplements for many years. There are evidences that microbial additives may improve ruminant performance by 7% to 8%, magnitude similar to that of ionophores. These microorganisms increase food intake, specially on concentrate diets, and the flow of absorbable nitrogen. The numbers of cellulolytic bacteria and from those that utilize lactate increase and there is improved ruminal stability. *Lactobacillus*, on the other hand, are mainly used for young calves and non-ruminants. They create an environment harmful for pathogens through pH reduction (producing lactate and hydrogen peroxide), bacteriocins production, inhibition of enterotoxins' activities, and adhesion to the intestinal wall. The effects of microorganisms on performance and metabolism are variable because of the*

*diversity of microbial products composition, type of diet, animal type and physiological status studied. Aspects of physiological bases of activity, interactions between feed additives, responses to practical diets will be addressed in the present review.*

*Key-words: cattle, feed additives, food interaction, ionophores, lactobacillus, yeast.*

## Introdução

Uma ampla gama de produtos classificados como aditivos está disponível no mercado para o produtor. Portanto, o objetivo deste trabalho é fazer uma introdução a alguns aditivos alimentares mais utilizados, ganhos esperados e possibilidades de utilização. Especialmente no caso de microorganismos vivos e seus extratos, as respostas em desempenho dependem de fatores ainda não totalmente caracterizados.

Vários suplementos alimentares podem contribuir para o melhor desempenho dos animais em crescimento e terminação. O efeito primário dos aditivos é a melhoria da conversão alimentar e/ou ganho de peso, embora benefícios secundários possam ocorrer, tais como: redução da incidência de acidose, coccidiose, timpanismo, abscesso de fígado e outros. Dentre os aditivos mais utilizados destacam-se:

## Ionóforos

A manipulação da fermentação ruminal tem como principais objetivos aumentar a formação de ácido propiônico, diminuir a formação de metano (responsável pela perda de 2% a 12% da energia do alimento) e reduzir a proteólise e desaminação da proteína dietética no rúmen. Alguns aditivos podem alcançar parte desses efeitos, aumentando a eficiência produtiva.

Os ionóforos são um tipo de antibiótico que, seletivamente, deprime ou inibe o crescimento de microorganismos do rúmen. Eles são produzidos por diversas linhagens de *Streptomyces*, e pelo menos 74 deles foram descobertos depois de lasalocida, em 1951. Os ionóforos foram inicialmente utilizados como coccidiostáticos para aves, mas a partir da década de 1970 começaram a ser utilizados na dieta de ruminantes. Lasalocida e monensina têm sido utilizados no

Brasil como promotores de crescimento em confinamento.

A seletividade do ionóforo depende da permeabilidade do invólucro celular. Bactérias gram-positivas e aquelas com estrutura de parede celular semelhante à de gram-positivas (cujo invólucro celular é composto apenas de parede celular) são mais inibidas que as gram-negativas típicas (cujo invólucro celular é formado por parede celular e membrana externa) por monensina e outros ionóforos parecidos. As bactérias gram-positivas são as principais responsáveis pela formação de ácido acético, butírico, fórmico e hidrogênio. As bactérias que produzem ácido succínico ou fermentam ácido láctico são geralmente resistentes aos ionóforos (Dennis et al., 1981; Bergen & Bates, 1984; Nagaraja & Taylor, 1987; Machado & Madeira, 1990; Spears, 1990; Wallace, 1994; Sewell, 1998).

## **Modo de ação do ionóforo no hospedeiro**

As ações dos ionóforos sobre o desempenho parecem resultar de uma série de efeitos sobre o metabolismo (Bergen & Bates, 1984; Schelling, 1984; Hino & Russell, 1987; Spears, 1990; Stock & Mader, 1998):

- os ionóforos melhoram a eficiência do metabolismo de energia alterando os tipos de ácidos graxos voláteis produzidos no rúmen (aumento de propionato, redução de acetato e butirato) e diminuindo a energia perdida durante a fermentação do alimento. O melhor desempenho animal é resultante de maior retenção de energia durante a fermentação ruminal;
- os ionóforos reduzem a degradação de proteína do alimento e podem diminuir a síntese de proteína microbiana, aumentando a quantidade de proteína de origem alimentar que chega ao intestino delgado. O mecanismo pelo qual monensina inibe a degradação da proteína não está claro. Embora essa atividade tenha poucas implicações para bovinos em dietas com alto teor de grão, os efeitos podem ser significativos em bovinos em crescimento recebendo dieta à base de forrageiras, quando a proteína é suplementada abaixo dos requisitos;
- ionóforos podem reduzir a incidência de acidose (por meio de aumento no pH ruminal e inibição de bactérias produtoras de ácido láctico), timpanismo e coccidiose. A redução dessas patologias melhora o desempenho.

## **Outros efeitos sobre o hospedeiro**

Aparentemente, a monensina é rapidamente excretada após sua ingestão, com

mínima acumulação nos tecidos animais. Mas existe a possibilidade de que a taxa de excreção metabólica seja excedida, e efeitos tóxicos da monensina surjam em animais recebendo dieta com monensina ou em seres humanos consumindo tecidos desses animais. Ionóforos podem afetar os processos da membrana celular de células eucarióticas e de organelas intracelulares (como a mitocôndria), especialmente os sistemas dependentes de gradiente elétrico, excitabilidade ou regulação osmótica. Aumentos na liberação de catecolaminas e na peroxidação de lípidos podem contribuir para o desequilíbrio celular ligado à necrose muscular observada nas intoxicações. As células do intestino delgado seriam o provável alvo inicial de ação dos ionóforos, que poderiam alterar a absorção de aminoácidos e açúcares (Bergen & Bates, 1984; Novilla, 1992).

Não foi possível encontrar dados a respeito da eliminação desses aditivos no leite. Há relato de intoxicação por ionóforos em bovinos consumindo cama-de-frango dessecada, por causa da presença de coccidiostáticos na dieta das aves (Hoppe, 1991).

## **Mecanismo de ação antimicrobiana dos ionóforos**

Não se conhecem direito os mecanismos bioquímicos que mediam os efeitos dos ionóforos sobre as bactérias. Os ionóforos desorganizam o transporte de cátions na membrana das bactérias gram-positivas, interferindo na absorção de soluto pela célula e promovendo maior gasto energético para a manutenção do balanço osmótico. Como essas bactérias dependem da fosforilação do substrato para formação de ATP, tendem a se romper e desaparecer. As bactérias gram-negativas vão sofrer aumento nas exigências de energia para manutenção, mas podem se adaptar (continuando a crescer e/ou sobreviver) por causa da sua capacidade de transporte de elétrons acoplada à expulsão de prótons e/ou síntese de ATP. Protozoários e fungos também são sensíveis aos ionóforos (Bergen & Bates, 1984; Nagaraja & Taylor, 1987; Machado & Madeira, 1990; Spears, 1990; Wallace, 1994; Sewell, 1998).

Russel (1987) propôs uma explicação para a desorganização no transporte de íons da membrana pela monensina, culminando na inibição do crescimento microbiano. Vale a pena conhecer essa hipótese por permitir melhor compreensão dos fatores que podem interferir na ação de ionóforos.

A maioria das células expelle prótons ativamente (via ATPase) através da membrana celular e mantém o interior mais alcalino. As bactérias mantêm,

internamente, concentrações de  $K^+$  muito altas, maiores que no meio externo (culturas de *S. bovis* mantêm a concentração de  $K^+$  interna cerca de 70 vezes maior que a externa). As concentrações internas altas de  $K^+$  são necessárias não só para a síntese de proteína, como também o gradiente de  $K^+$  que se forma é importante para tamponar o pH intracelular por meio do mecanismo de troca de  $K^+/H^+$ . É necessário que o excesso de prótons ( $H^+$ ) seja expulso da bactéria para que o pH interno se estabilize. Esse gradiente de pH ( $\Delta pH$ ) cria um gradiente químico de prótons; como o interior da membrana é mais negativo que o exterior, é criado também um potencial elétrico ( $\Delta\psi$ ).  $\Delta pH$  e  $\Delta\psi$  são responsáveis pela formação da força motriz de prótons, que pode ser utilizada para importar solutos para dentro da membrana.

Monensina desorganiza o transporte de íons segundo o modelo em que um cátion monovalente é trocado por outro durante a passagem pela membrana plasmática. A monensina tem cerca de dez vezes maior afinidade por  $Na^+/H^+$  que por  $K^+/H^+$ . Entretanto, o gradiente de  $K^+$  é cerca de 25 vezes maior que o gradiente de  $Na^+$ , tornando o efluxo de  $K^+$  via monensina mais favorável que o efluxo de  $Na^+$ . O efluxo de  $K^+$  resulta em acúmulo de  $H^+$ , levando ao decréscimo no pH intracelular.

Assim, por exemplo, culturas de *S. bovis* mantêm pH interno próximo a 7,08 quando o pH externo é de 6,65, gerando um potencial próton-químico de  $-26mV$ . Quando a monensina é adicionada ao meio de cultura, a bactéria parece perder a capacidade de expelir prótons e o interior da membrana passa a ser mais ácido que o ambiente externo. Embora o gradiente elétrico não seja afetado (deve haver compensação da entrada de cátions por meio de saída de cátions ou entrada de ânions), a inversão do pH provoca decréscimo na força motriz de prótons. A redução de  $K^+$  intracelular pela adição de monensina levou o gradiente de  $K^+$  a apresentar queda para cerca de 1/3 do valor original (25 vs. 70), ao mesmo tempo em que o gradiente de sódio se elevou. A entrada de  $Na^+$  pode ter sido gerada por saída de  $H^+$ , por causa do menor pH intracelular. A dissipação do gradiente de  $K^+$  deve ter sido apenas parcialmente compensada pelo aumento no gradiente de  $Na^+$ . A inibição de crescimento observada nas bactérias, provavelmente, deve-se ao incremento do transporte ativo (dependente de energia) de  $H^+$  para fora da célula.

## Fatores que afetam a atividade antimicrobiana de ionóforos

A consequência dessas interações é a importância que o pH do rúmen e a concentração de íons (como K e Na) podem ter na resposta à suplementação de ionóforos. A disponibilidade de íons H<sup>+</sup> (pH ácido) no meio extracelular é fundamental para a exaustão do K<sup>+</sup> intracelular, e a alta concentração externa de K<sup>+</sup> inibe a saída de K<sup>+</sup> e a entrada de H<sup>+</sup>. A troca líquida de K<sup>+</sup> por Na<sup>+</sup> e H<sup>+</sup>, mediada pela monensina em *S. bovis*, foi definida pelos gradientes de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>. Esse fluxo depende ao menos em parte de alta concentração de Na<sup>+</sup> extracelular (Russel, 1987).

Há relato de interação entre o pH e a concentração de Na<sup>+</sup> na capacidade de inibição da bactéria por monensina. Foi observada a completa inibição da formação de metano por monensina em *M. thermoautotrophicum* quando tanto a concentração de Na<sup>+</sup> quanto o pH extracelulares estavam baixos. O efeito da monensina foi parcialmente prejudicado com aumentos isolados de pH ou da concentração de Na<sup>+</sup>. O efeito da monensina foi eliminado quando o pH e a concentração de Na<sup>+</sup> estavam elevados (Perski et al., 1982, citados por Bergen & Bates, 1984). Linhagens de *Bacteroides ruminicola*, *Ruminococcus albus*, *Butyrivibrio fibrisolvens* e *B. succinogenes* foram mais sensíveis à monensina e lasalocida em meios de cultura contendo baixa concentração de K<sup>+</sup>.

Aparentemente, esse efeito deve-se à reversão na exaustão de K<sup>+</sup> intracelular ocasionada pelo ionóforo quando se aumenta a disponibilidade de K<sup>+</sup> extracelular. O aumento de K<sup>+</sup> extracelular elevou a resistência de algumas bactérias do rúmen à monensina e lasalocida (Dawson & Boling, 1984). Rumpler et al. (1986) também encontraram interação entre concentração iônica e efeito de ionóforos (lasalocida ou monensina, 226 mg/novilho/dia). Suplementação de Na<sup>+</sup> aumentou a efetividade de monensina e lasalocida. Por outro lado, a adição de K<sup>+</sup> teve efeitos distintos, tendendo a reduzir o metano no grupo recebendo monensina, e aumentar metano no grupo que recebeu lasalocida. Esses resultados chamam a atenção para a existência de mecanismos distintos de ação dos dois ionóforos. Entretanto, esse estudo foi prejudicado pelo pequeno número de animais e pela ausência de dados de pH ruminal.

A importância desses efeitos sobre o desempenho em condições práticas ainda não está clara. Funk et al. (1986) observaram interação entre lasalocida e K<sup>+</sup> em alguns dos parâmetros avaliados em ovinos (consumo, digestibilidade da FDN, acetato: propionato, N-uréico no plasma), mas os efeitos da adição de potássio

e/ou lasalocida sobre ganho de peso e conversão alimentar foram modestos e não significativos. Rogers & Davis (1982) observaram pouco efeito da adição de bicarbonato de sódio (5%) sobre a ação da monensina (33 mg/kg de MS) adicionada à dieta de novilhas em recria.

Existem indicações de que as bactérias podem desenvolver resistência ao ionóforo. Domescik & Martin (1999) descreveram que culturas mistas de microorganismos ruminais cultivadas em fluido ruminal de animais adaptados a propionato de laidlomocina eram menos afetadas por monensina e propionato de laidlomocina comparados ao cultivo em líquido ruminal proveniente de bovinos não adaptados. Dawson & Boling (1984) observaram que linhagens resistentes toleravam 16-84 vezes mais monensina que as linhagens parentais não resistentes. Além desse efeito, também relataram que a resistência à monensina aumentava a resistência à lasalocida, sugerindo que a resistência a esses ionóforos poderia se estabelecer por meio de mecanismos comuns. Resistência cruzada entre ionóforos (monensina, lasalocida e tetronasina) também foi descrita por Newbold et al. (1993).

Alguns estudos *in vivo* também parecem indicar a existência de adaptação dos microorganismos ruminais aos ionóforos. Há relato de vacas em dieta baseada em forragem (65% da matéria seca) onde a adição de lasalocida (340 mg/dia) aumentou a eficiência de utilização da energia em 20% nas duas semanas iniciais do experimento, decrescendo progressivamente e tornando-se insignificante aos 28 dias (Weiss & Amiet, 1990). Esse efeito poderia estar relacionado com o estabelecimento de linhagens resistentes. Também Rumpler et al. (1986) observaram a queda inicial na produção de metano com o consumo de monensina ou lasalocida (226 mg/dia), seguida de equiparação ao grupo controle após doze dias do início da suplementação. Por outro lado, Mbanzamihiigo et al. (1995) estudaram a adaptação de carneiros fistulados à monensina (30 mg/cabeça/dia durante 21 dias, seguidos de 60 mg/cabeça/dia durante 28 dias), e notaram que as modificações na fermentação ruminal induzidas pela monensina persistiram durante o tempo (49 dias) de suplementação do ionóforo.

## **Respostas ao uso de ionóforos**

Em dietas com alto teor de grãos, ionóforos geralmente reduzem a ingestão de alimento em cerca de 8% a 10% e melhoram a conversão alimentar, mantendo ou aumentando o ganho de peso diário, sem afetar as características de carcaça

(Tabela 1). Quando o ionóforo é incluído na dieta, o consumo pode cair inicialmente em torno de 15%, retornando a cerca de 90% do consumo original depois de alguns dias (Dickie & Forsyth, 1982; Kunkle & Sand, 1998; Stock & Mader, 1998).

**Tabela 1.** Efeito dos ionóforos no desempenho de bovinos confinados.

Ionóforo	Consumo (kg)	Conversão alimentar
Monensina	96 - 110	88 - 95
Lasalocida	99 - 107	90 - 96
Narasina	87 - 100	84 - 90
Salinomicina	102 - 106	93

Monensina	96 - 110	88 - 95
Lasalocida	99 - 107	90 - 96
Narasina	87 - 100	84 - 90
Salinomicina	102 - 106	93

\* Conversão alimentar = consumo de alimento: ganho

Resultados foram obtidos de uma variedade de dietas, e os ionóforos foram fornecidos na dose recomendada.

Fonte: Owens (1980) citado por Bergen & Bates (1984).

Bovinos confinados recebendo dieta com alto teor de volumosos melhoraram o ganho de peso e a conversão ao receberem ionóforos, enquanto a ingestão de alimento manteve-se inalterada (Stock & Mader, 1998). Resultados de uma série de experimentos mostraram que bovinos (180 kg a 380 kg de peso vivo), pastejando uma ampla gama de forrageiras (propiciando ganhos nos animais recebendo apenas suplemento protéico-energético de 0,19 kg a 0,96 kg/dia), beneficiaram-se da adição de monensina (200 mg/dia) ao suplemento. Observaram-se incrementos no ganho de peso de 0,03 kg a 0,20 kg/dia (média = 0,09 kg/dia, cerca de 15% a mais em relação aos bovinos que recebiam apenas suplemento) e a monensina melhorou também a conversão alimentar (Potter et al., 1986). Características de carcaça não foram influenciadas por monensina (Boling et al., 1977).

## Quantidade a ser suplementada

Níveis elevados de ionóforos na dieta são tóxicos, causando inapetência e, eventualmente, a morte. Os sinais clínicos e lesões não são específicos. O diagnóstico presuntivo de intoxicação por ionóforo baseia-se na ocorrência de

problemas alimentares caracterizados clinicamente por anorexia, diarreia, dispnéia, ataxia, depressão, recumbência e morte. Na patologia, observam-se cardiomiopatia degenerativa focal, necrose da musculatura esquelética e falha cardíaca congestiva. A maior parte dos problemas de intoxicação dá-se no período inicial de adição de ionóforo à dieta, e muitas vezes envolve erros na mistura e superdosagem. A adaptação dos bovinos aos ionóforos é recomendável, especialmente quando se utiliza monensina. A  $DL_{50}$  de monensina para bovinos varia de 21,9 mg/kg a 80 mg/kg de peso vivo. Não se conhece até o momento antídoto ou tratamento da toxidez induzida por ionóforos, mas é possível que a degeneração celular mediada por peroxidação lipídica possa ser minimizada com a suplementação de vitamina E e selênio (Potter et al., 1984; Novilla, 1992; Basaraba et al., 1999).

Há relato recente (Basaraba et al., 1999) de intoxicação e morte de novilhos confinados com a associação de monensina a resíduo de destilaria dessecado contaminado com antibióticos (eritromicina, claritromicina e análogos). A presença de resíduos de antibióticos parece ter potencializado o efeito tóxico da monensina.

## Uso de ionóforos em misturas minerais

A maioria dos trabalhos serviu-se de grãos e farelos como veículos para a ingestão de ionóforos por bovinos em pastejo. Essa prática minimiza os riscos de intoxicação. Além disso, parecem haver problemas com a estabilidade de alguns ionóforos. Em um trabalho com novilhos em pastejo, observou-se redução da atividade da salinomicina em 50%, duas semanas após a mistura com o suplemento mineral (1.285 mg/kg vs. 608 mg/kg). Não houve diferença em ganho de peso entre animais consumindo mistura mineral medicada ou controle, já que a ingestão média de salinomicina foi de apenas 38 mg/cabeça/dia, e previa-se melhoria no desempenho em animais recebendo acima de 50 mg/dia (Bagley et al., 1988).

Por outro lado, novilhos taurinos em recria em pasto nativo apresentaram incremento de 8% no ganho de peso ao consumir mistura mineral contendo monensina, por períodos de 83 dias ou 114 dias (Brazle & Laudert, 199-). Embora não tenham encontrado diferenças no ganho de peso de novilhas em recria pastejando gramíneas anuais ao receberem 225 mg/cab/dia de lasalocida sódica misturada ao sal comum, Restle et al. (1997) observaram eficiência alimentar cerca de 6% maior e aumento na carga animal/hectare de 7% em

relação ao tratamento testemunha, após cinco meses de experimentação. Esses resultados indicam existir um potencial de utilização de ionóforos em misturas minerais para bovinos.

### ***Monensina***

A monensina melhora a eficiência alimentar em bovinos confinados e aumenta o ganho de peso de bovinos em pasto e de novilhas de reposição. O efeito deve-se, primariamente, à sua ação nas membranas celulares, eliminando espécies de bactérias gram-positivas (Russell & Strobel, 1988; Stock & Mader, 1998).

A monensina sódica é comercializada sob o nome comercial "Rumensin". Ela é tóxica para cavalos e suínos. Embora não fosse recomendado inicialmente para fêmeas em reprodução, foram relatados aumentos no ganho de peso e eficiência alimentar em fêmeas em reprodução suplementadas com monensina, sem qualquer efeito deletério para as características produtivas e reprodutivas avaliadas (Turner et al., 1980; Hixon et al., 1982; Sprott et al., 1988; Beckett et al., 1998).

Esse aditivo pode ser utilizado em suplementos líquidos e secos, misturado ao suplemento energético-protéico de animais em pasto, e também ser fornecido em bloco ou em mistura granulada (Stock & Mader, 1998).

Os animais devem ser adaptados ao consumo de monensina, e as quantidades fornecidas devem estar de acordo com as recomendações do fabricante. Para animais em confinamento, recomenda-se fornecer cerca de 5 g a 10 g de monensina sódica/tonelada de alimento no período inicial, estabilizando a concentração ao redor de 25 g a 30 g/tonelada. Tal procedimento melhora ganho de peso, conversão alimentar e ingestão de alimento, se comparado ao início da suplementação com 30 g/tonelada (Dickie & Forsyth, 1982; Stock & Mader, 1998).

Monensina também pode ser fornecida para bovinos em pastejo por meio de suplemento protéico-energético para reduzir o risco de intoxicação em pasto. Nesse caso, recomendam-se 50 mg a 100 mg de monensina sódica/cabeça/dia do aditivo nos primeiros cinco ou sete dias (fase de adaptação), passando a seguir a fornecer 200 mg/cabeça/dia em 450 g de suplemento (Potter et al., 1984; Elanco, 1999).

Os teores de sal necessários para limitar o consumo de suplemento protéico-energético são acentuadamente mais baixos (25% a 50%) quando monensina é incluída na mistura. A ingestão do suplemento (+ aditivo) deve ser monitorada e a quantidade de sal ajustada para a obtenção do consumo desejado (Muller et al., 1986). Se os animais param de receber monensina por mais de 72 horas, devem ser novamente adaptados ao aditivo (Dickie & Forsyth, 1982).

A monensina pode ser fornecida com tilosina ou acetato de melengestrol (Stock & Mader, 1998), não havendo tempo de carência para o abate. Não há evidência de a monensina acumular-se nos tecidos de animais dosificados oralmente. Bovinos alimentados de acordo com as recomendações não apresentaram monensina detectável nos tecidos comestíveis (menos de 0,05 ppm) (Donoho, 1984). Veja na Tabela 2 o percentual de melhora no desempenho em relação aos controles negativos.

### ***Lasalocida***

Lasalocida aumenta o ganho de peso e melhora a conversão alimentar de gado confinado e aumenta o ganho de peso para bovinos em pastejo. Esse aditivo é comercializado sob o nome comercial "Taurotec". Não é seguro para cavalos e suínos. Embora não fosse recomendado inicialmente para fêmeas em reprodução, foram relatados aumentos no ganho de peso e eficiência alimentar em fêmeas em reprodução suplementadas com lasalocida, sem efeito deletério para as características produtivas avaliadas. Vacas primíparas foram especialmente beneficiadas pela inclusão do aditivo (Erasmus et al., 1999). Este pode ser incluído em suplementos secos e líquidos. Não foi ainda estabelecida segurança no uso conjunto de lasalocida e antibióticos, e não há tempo de carência para o abate. Recomenda-se seguir as orientações do fabricante em relação às quantidades fornecidas. O percentual de melhora no desempenho em relação aos controles negativos é apresentado na Tabela 3.

**Tabela 2.** Melhora percentual no desempenho de bovinos suplementados em relação aos não suplementados com monensina.

<i>Categoria animal</i>	<i>Terminação<sup>1</sup></i>	<i>Crescimento<sup>1</sup></i>	<i>Vaca adulta<sup>2</sup></i>
Ganho de peso	+ 1-3%	+ 5-17%	
Eficiência alimentar	+ 6-8%	+ 8-20%	
Nível de uso (seguir orientações do fabricante)	20-30 g/tonelada ração seca ao ar, ou 200-250 mg/cabeça/dia	Pasto: 100-200 mg/cabeça/dia, ou 400 mg em dias alternados; Silagem de milho: 150-200 mg/cabeça/dia	
Nível de uso			50-200 mg/cabeça/dia em 450 g de ração

<sup>1</sup>Fonte: Potter et al. (1976); Kunkle & Sand (1998); Stock & Mader (1998).

<sup>2</sup>Fonte: Elanco (1999).

**Tabela 3.** Melhora percentual no desempenho de bovinos suplementados em relação aos não suplementados com lasalocida.

Ganho de peso	+ 4-6%	+ 5-15%
Eficiência alimentar	+ 6-8%	+ 8-12%
Nível de uso (seguir orientações do fabricante)	30 g/tonelada de ração seca ao ar, ou 300 mg/cabeça/dia	Forragem baixa qualidade: 100-150 mg/cabeça/dia; Forragem média qualidade: 150-200 mg/cabeça/dia; Silagem de milho: 200 mg/cabeça/dia

Fonte: Stock & Mader (1998).

## Antibióticos

Antibióticos são fornecidos a bovinos em terminação para o controle do abscesso de fígado. Os abscessos podem reduzir o ganho de peso e aumentar a eficiência alimentar em 10%. Além de controlar abscessos de fígado, os antibióticos também evitam o crescimento de microorganismos nocivos no trato gastrointestinal. Essa redução ocasiona menor competição por nutrientes entre esses microorganismos e o hospedeiro. Antibiótico também pode diminuir o timpanismo, mas existem ainda poucos dados (Stock & Mader, 1998).

Alguns dos efeitos podem ser atribuídos ao estado mais saudável da mucosa do trato digestivo, auxiliando a absorção de nutrientes e evitando a passagem de bactérias patogênicas (Sewell, 1998). O uso intermitente de tetraciclina, quando outros aditivos são retirados da dieta, evita problemas da combinação de aditivos (Stock & Mader, 1998). Os níveis de antibióticos para uso contínuo na dieta variam de 35 mg/cabeça/dia a 100 mg/cabeça/dia. Altos níveis, de 250 mg a 1 g/cabeça/dia, são utilizados em períodos de três dias a quatro semanas. A magnitude da resposta a antibióticos é variável. Geralmente, animais em estresse, como na desmama, transporte e ao início do confinamento, são os mais beneficiados. Bezerros costumam responder melhor que novilhos de sobreano ao fornecimento de antibióticos (Sewell, 1998). Antibióticos geralmente dão melhores resultados quando fornecidos com dietas com alta proporção de volumosos (Kunkle & Sand, 1998).

## Restrições ao uso de antibióticos em rações para animais

O aparecimento de bactérias resistentes a antibióticos em seres humanos vem sendo relacionado com o uso de antibióticos em alimentação animal. A utilização de antibióticos como promotores de crescimento em espécies domésticas, em baixas dosagens (20 mg a 150 mg/kg alimento) leva ao aparecimento, rapidamente, de linhagens resistentes a antibióticos na flora intestinal, que também contém bactérias patogênicas como a *Salmonella*. Por meio das fezes ou pelo consumo de produtos de origem animal (carne, leite, ovos), uma parte das bactérias dissemina-se e coloniza o trato gastrointestinal de seres humanos.

As estruturas de alguns promotores de crescimento, como avoparcina, virginiamicina e avilamicina, são semelhantes às estruturas de antibióticos de última geração desenvolvidos para uso humano, vancomicina, pristinamicina e ziracina, respectivamente. Bactérias resistentes a esses antibióticos foram encontradas no trato gastrointestinal de aves e suínos. Um levantamento da resistência de bactérias a agentes antimicrobianos feito, recentemente, na Dinamarca (Aarestrup et al., 1998) mostrou resistência adquirida por bactérias a todos os agentes antimicrobianos utilizados como promotores de crescimento, com maior frequência de resistência à avilamicina, avoparcina, bacitracina, flavomicina, espiramicina, tilosina e virginiamicina. O uso de avoparcina como promotor de crescimento foi banido na Comunidade Européia depois que a sua utilização como aditivo foi associada ao aparecimento de *Enterococci* resistente à vancomicina em animais domésticos.

O uso de antibióticos na produção animal é considerado pela Organização Mundial de Saúde (Departamento de Doenças Emergentes e Outras Doenças Notificáveis) um risco crescente para a saúde humana. Há um trabalho de técnicos de órgãos oficiais e associações de consumidores em prol da restrição total ao uso de antibióticos como promotores de crescimento na Europa (Kolb, 1981; A smoking..., 1998).

No Brasil, está proibido o uso de clortetraciclina, oxitetraciclina, penicilinas e sulfonidas sistêmicas para alimentação animal, de acordo com a Portaria Ministerial nº 193, de 12 de maio de 1998. Avoparcina está proibida por tempo indeterminado, pela Portaria nº 818-SVS/MS, de 16 de outubro de 1998. Avilamicina, bacitracina de zinco, sulfato de tilosina e virginiamicina estão permitidos como promotores de crescimento<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Rui Saravi Leite, médico-veterinário SFFA/SEDER/DFA/MS – informação pessoal, 2000.

### ***Bacitracina***

Bacitracina é um antibiótico polipeptídico que inibe a formação de peptidoglicanas. A membrana externa pode servir de barreira à bacitracina. Por isso, as bactérias gram-positivas são mais susceptíveis aos seus efeitos, que se assemelham aos de ionóforos. Bacitracina também é utilizada como agente terapêutico, além de melhorar o ganho de peso e a conversão alimentar. Não pode ser utilizada em suplementos líquidos. Não há período de carência antes do abate (Russell & Strobel, 1988; Aarestrup et al., 1998; Stock & Mader, 1998). A Tabela 4 apresenta o percentual de melhora no desempenho em relação aos controles negativos.

**Tabela 4.** Melhora percentual no desempenho de bovinos suplementados em relação aos não suplementados com bacitracina.

Ganho de peso e eficiência alimentar	+ 1 a 5%
Nível de uso	35-70 mg/cabeça/dia

Fonte: Stock & Mader (1998).

### ***Tilosina***

Tilosina é um antibiótico macrólido ativo principalmente contra bactérias gram-positivas. Tilosina é utilizada como agente terapêutico. Reduz incidência de abscesso de fígado. Pode ser utilizado em suplementos líquidos e secos, podendo também ser combinado à monensina. Não há período de carência antes do abate (Aarestrup et al., 1998; Stock & Mader, 1998). Veja na Tabela 5 o percentual de melhora no desempenho em relação aos controles negativos.

**Tabela 5.** Melhora percentual no desempenho de bovinos suplementados em relação aos não suplementados com tilosina.

Ganho de peso e eficiência alimentar	+ 3 a 5%
Nível de uso	8-10 g/tonelada de alimento seco ao ar ou 60-90 mg/cabeça/dia

Fonte: Stock & Mader (1998).

### **Flavomicina**

Flavomicina é um antibiótico polipeptídico que inibe a formação de peptidoglicanas, e assim inibe a formação da parede celular de bactérias gram-positivas (Aarestrup et al., 1998). Recomenda-se a suplementação de 40 mg de flavomicina/cabeça/dia, no período de 60 a 90 dias antes do abate. Deve ser incluído em suplementos secos fornecidos a bovinos em confinamento e semiconfinamento (Hoechst Roussel Vet, 199-).

Há relatos de incremento de 10% no ganho de peso e conversão alimentar de novilhas recebendo 30 mg de flavomicina/dia, durante 225 dias (Flachowsky & Richter, 1991). Outro trabalho (De Schrijver et al., 1991) com touros (352 kg) recebendo silagem de milho ou de beterraba *ad libitum* mostrou resultados favoráveis à incorporação de flavomicina para aqueles recebendo silagem de beterraba (15,2% no ganho de peso, 9,1% na conversão alimentar), mas não para os animais que recebiam silagem de milho. A ingestão média diária de flavomicina foi de 42,5 mg/animal e 52,5 mg/animal, respectivamente, para aqueles em dieta à base de silagem de milho e de beterraba.

### **Virginiamicina**

Estreptograminas formam um grupo relativamente pequeno e homogêneo, e englobam compostos muito relacionados, pristinamicina, virginiamicina, micamicina e vernamicina. Eles atuam por meio de ligação com os ribossomos, inibindo a síntese de proteína (Aarestrup et al., 1998).

Lucas & Sobrinho (1989) observaram ganho de peso 10% superior (0,727 kg/animal/dia vs. 0,805 kg/animal/dia) em machos mestiços castrados (316 kg), pastejando capim-colonião cv. Tobiata por 181 dias (águas) e consumindo cerca de 47 g de mistura mineral contendo 113 mg de virginiamicina/animal/dia, comparados a animais consumindo apenas mistura mineral. Resultados também favoráveis foram descritos por Lucas (1989) na suplementação de novilhos nelores castrados (376 kg), pastejando *Brachiaria decumbens* por 112 dias (águas), na qual a inclusão de ionóforo à mistura mineral (consumo médio de 105 mg virginiamicina/animal/dia) permitiu aumento de 30% no ganho de peso (0,497 kg/animal/dia vs. 0,646 kg/animal/dia). A vantagem da incorporação de virginiamicina à dieta dos animais neste trabalho encontra-se acima do esperado para a inclusão de ionóforos em dietas práticas.

## Supressores de estro

Acetato de melengestrol (MGA) é um hormônio sintético, semelhante à progesterona, que leva à supressão do estro. Como consequência, reduz injúrias produzidas por monta, além de reduzir as perdas de energia dos animais por monta e perseguição. A resposta ao MGA é variável, dependendo da idade das novilhas, número de novilhas e espaço disponível (Stock & Mader, 1998). O MGA melhora o ganho e a eficiência alimentar por meio da supressão do estro em novilhas, podendo ser utilizado em suplementos líquidos e secos e combinado à monensina. Deve ser retirado da dieta 48 horas antes do abate. Esse produto é de responsabilidade da área da Coordenação de Produtos Veterinários do Departamento de Defesa Animal (CPV/DDA)<sup>2</sup>. A Tabela 6 apresenta o percentual de melhora no desempenho em relação aos controles negativos.

**Tabela 6.** Melhora percentual no desempenho de bovinos suplementados em relação aos não suplementados com acetato de melengestrol.

Ganho de peso e eficiência alimentar	+ 3 a 7%
Nível de uso	0,25-0,50 mg/cabeça/dia

Fonte: Stock & Mader (1998).

## Tampões

Grandes quantidades de ácidos orgânicos são produzidas no rúmen durante a fermentação microbiana. Tampões são utilizados para reduzir a incidência de acidose em dietas com alto teor de grãos ou para melhorar a digestibilidade da fibra em dietas à base de silagem de milho. A saliva é o principal agente tampão. Aditivos utilizados como tampões incluem bicarbonato de sódio, carbonato de cálcio, bentonita, e óxido de magnésio (Stock & Mader, 1998). O uso de tampões pode ser benéfico em rações contendo alto teor de grãos, na adaptação de bovinos a novas dietas, no uso de silagem de milho, de grãos com alta umidade ou dietas à base de trigo (Sewell, 1998).

<sup>2</sup> Rui Saravi Leite, médico-veterinário SFFA/SEDER/DFA/MS – informação pessoal, 2000.

A utilização de tampões pode, teoricamente, anular o efeito de ionóforos, como a monensina (Bergen & Bates, 1984), discutido anteriormente em “Fatores que afetam a atividade antimicrobiana de ionóforos”.

O desempenho animal em resposta à inclusão de tampões na dieta é variável. Não há necessidade de evitar uso de tampões antes do abate (Stock & Mader, 1998). O percentual de melhora no desempenho em relação aos controles negativos é apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7.** Melhora percentual no desempenho de bovinos suplementados em relação aos não suplementados com tampões.

Ganho de peso e eficiência alimentar	-2 a +5%
Nível de uso	Bicarbonato de sódio: 0,75-1,5% na matéria seca da ração Carbonato de cálcio: cerca de 1% da matéria seca da ração Óxido de magnésio: 0,5-0,75% da matéria seca da ração

Fonte: Stock & Mader (1998).

## Suplementação direta de microorganismos e seus extratos

Culturas microbianas vivas e seus extratos, especialmente de *Aspergillus orizae* e *Sacchariomyces cerevisiae*, têm sido utilizadas como suplementos alimentares há vários anos. Existem indicações de que aditivos microbianos podem melhorar a produção de ruminantes em cerca de 7% a 8%, magnitude semelhante à de ionóforos (Martin & Nisbet, 1992; Wallace, 1994).

Os efeitos no desempenho e no metabolismo são variáveis por causa da diversidade de composição dos produtos microbianos, dietas e categoria animal estudados. Existem relativamente poucos dados sobre dose e interações com a dieta (Denigan et al., 1992; Martin & Nisbet, 1992; Mir & Mir, 1994; Wallace, 1994; Adams et al., 1995; Kung et al., 1997; Putnam et al., 1997).

O meio de cultura, geralmente, faz parte do composto suplementado ao animal, e contribui para aumentar a viabilidade dos fungos inoculados, além de trazerem consigo enzimas, minerais e fatores de crescimento para as bactérias (Wu, 1997).

A ação desses microorganismos parece se concentrar na elevação do consumo, provocada por elevação na taxa de degradação da fibra, especialmente em dietas ricas em concentrado, e no fluxo de nitrogênio absorvível. Há aumento expressivo no número de bactérias anaeróbicas, pois aumentam números de bactérias celulolíticas e as que utilizam lactato. Observou-se também maior estabilidade do ambiente ruminal, reduzindo-se as variações diurnas de pH, amônia e ácidos graxos voláteis (Huber, 1994; Wallace, 1994).

### ***Saccharomyces* (Levedura)**

Fungos unicelulares, especialmente do gênero *Saccharomyces*, são tradicionalmente utilizados na fermentação do açúcar de alimentos para consumo humano. O uso em alimentação de bovinos de corte foi ligado ao aumento na digestibilidade da matéria seca, especialmente da fibra, melhorando a eficiência alimentar e ganho de peso. É muito palatável. Existe variação na eficiência das diferentes cepas de *Saccharomyces cerevisiae* em promover melhoria no desempenho dos bovinos (Newbold et al., 1996).

O pH para crescimento ótimo de *Saccharomyces* é cerca de 4,5. No rúmen, em pH próximo de 6,5, a taxa de crescimento do fungo é menor, e ele secreta compostos químicos como nucleotídeos, aminoácidos e enzimas, assim como enzimas hidrolíticas, mais profusamente. Tais compostos vão servir de fatores de crescimento para as bactérias do rúmen, além de contribuírem para a nutrição do bovino. Se por um lado há disponibilização dos nutrientes armazenados nos fungos para os microorganismos do rúmen e para o bovino, há também redução na taxa de crescimento de fungos. Assim, as leveduras devem ser suplementadas continuamente (Newbold et al., 1995, 1996; Kung et al., 1997; Rose, 1997).

O aumento no número de bactérias do rúmen (especialmente bactérias celulolíticas) é o efeito mais comum da suplementação de levedura (Dawson et al., 1990; Newbold et al., 1995). Alguns tipos de bactérias apresentam melhor desempenho na presença de leveduras, e alguns dos fatores relacionados com

essa resposta são: fornecimento de fatores de crescimento - vitaminas (complexo B, ácido para-amino benzóico etc.), ácidos dicarboxílicos (fumarato, malato etc.); remoção de  $O_2$  por *Saccharomyces*; efeito tampão (bactérias celulolíticas preferem  $pH > 6$ ); e redução no número de protozoários (Callaway & Martin, 1997; Wu, 1997).

As leveduras apresentam grande capacidade de armazenamento e podem auxiliar a manutenção do pH no rúmen (a estabilização do pH ruminal foi relacionada com o aumento do consumo de sólidos em dietas para bezerros). Além disso, parecem contribuir para o suprimento de nutrientes para a população bacteriana do intestino (Rose, 1997).

*Saccharomyces cerevisiae* tem grande afinidade por oxigênio, melhorando as condições do rúmen para os microorganismos anaeróbicos. O conteúdo ruminal é essencialmente anaeróbico, mas pequenas concentrações de oxigênio dissolvido podem ser encontradas. O oxigênio entra no rúmen ( $60 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{L}$  a  $100 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{L}$ ) através do alimento e da saliva. Ele é tóxico a bactérias anaeróbicas e reduz a adesão das bactérias celulolíticas à celulose. Os carboidratos estruturais da planta, dos quais a celulose é o principal componente, são as principais fontes de energia para o ruminante. Como a atividade respiratória de *S. cerevisiae* ( $200 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}$  a  $300 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}$ ) é muitas ordens de magnitude maior que a concentração de oxigênio no fluido ruminal, pequenas quantidades de levedura ( $1,33 \text{ g}/\text{L}$ ) incluídas nas dietas de ruminantes podem ser benéficas. Bactérias celulolíticas parecem especialmente sensíveis ao teor de oxigênio dissolvido, e respondem mais favoravelmente à presença de levedura (Newbold et al., 1996). Williams et al. (1991) observaram aumento na digestibilidade da matéria seca apenas no período inicial de digestão após exposição à levedura. Esse efeito poderia ser explicado pelo aumento da taxa inicial de digestão da celulose (menor *lag time*), sem aumento na extensão de digestão da celulose, relatado por Callaway & Martin (1997).

*Saccharomyces* são facilmente cultivados e são viáveis após secagem em condições controladas (Hughes, 1987; Lyons, 1987; Rose, 1997). A viabilidade da levedura parece interferir no resultado da suplementação. Dawson et al. (1990) não observaram aumento na concentração de bactérias celulolíticas quando o extrato de levedura foi inativado pelo calor, sugerindo que apenas culturas vivas estimulariam o crescimento de microorganismos celulolíticos.

## **Resultados em dietas práticas**

Resultados positivos da inclusão de levedura sobre o consumo de matéria seca (Williams et al., 1991; Cole et al., 1992; Wohlt et al., 1991; Erasmus et al., 1992; Adams et al., 1995) e produção de leite (Williams et al., 1991; Wohlt et al., 1991; 1998; Suñé & Mühlbach, 1998) foram relatados, mas a resposta de bovinos à suplementação com leveduras é influenciada por uma série de fatores, como tipo de forrageira (Williams et al., 1991; Adams et al., 1995), proporção de concentrado na dieta (Williams et al., 1991; Adams et al., 1995) e o estágio da lactação (Wohlt et al., 1991), bem como por período e nível de suplementação (Strzetelski et al., 1996, citados por Iwanska et al., 1999; Wallace, 1996).

Assim, o efeito das leveduras pode ser maior em dietas com maior teor de concentrados (Williams et al., 1991) ou de animais com altas demandas (Wohlt et al., 1998). Esses últimos autores relataram efeito positivo da suplementação de levedura para vacas do pré-parto até primeiros meses de lactação. Iwanska et al. (1999) sugerem ser necessário um período de cerca de duas semanas, como o período de adaptação utilizado por Piva et al. (1993), para que a microflora se adapte ao aporte de levedura e a fermentação ruminal seja estabilizada. Iwanska et al. (1999) observaram que vacas no início da lactação produziram mais leite quando a levedura foi suplementada com um *premix* de vitaminas e minerais quelatados, o que indica que as vacas apresentavam indícios de deficiência subclínica de minerais.

Em algumas situações, não houve resposta significativa à inclusão de levedura na dieta (Malcolm & Kiesling, 1990; Mir & Mir, 1994; Swartz et al., 1994; Fiems et al., 1995; Kung et al., 1997; Doreau & Jouany, 1998), embora possa ter havido benefício em aspectos sanitários (Cole et al., 1992; Mir & Mir, 1994).

## ***Aspergillus***

A utilização de *Aspergillus orizae* na dieta tem gerado muito interesse, e as taxas de incorporação de *A. orizae* na dieta estão tipicamente em torno de 3 g/dia a 5 g/dia para bovinos leiteiros. Existem poucas informações sobre o modo de ação de *Aspergillus*. O efeito de fungos do gênero *Aspergillus* parece dever-se em parte à presença de enzimas (polissacaridases endógenas) nos preparados. As enzimas devem atuar dentro de horas de sua introdução no rúmen, sendo degradadas por proteólise pelos microorganismos. Como as concentrações de

enzima adicionadas são relativamente baixas, é provável que ocorra um efeito sinérgico entre esses preparados e a atividade microbiana no rúmen. Há indicações de que *Aspergillus* pode facilitar a aderência de bactérias celulolíticas à fibra, por meio da atração quimiostática provocada pela liberação de açúcares solúveis ou por alteração da superfície da fibra (Newbold, 1997).

Chang et al. (1999) observaram que extrato de fermentação de *A. orizae* (Amaferm) teve efeito positivo sobre o crescimento e metabolismo do fungo ruminal *Neocallimastix frontalis* EB188, cujas secreções de celulase e de proteína aumentaram em até 41% e 38%, respectivamente, e o desenvolvimento de rizóide aumentou 3,8 vezes, em resposta dependente da quantidade do extrato. Os autores postularam que a presença de uma população de fungos mais ativa, com maior secreção de enzimas, promoveria maior contato dos fungos com componentes das plantas, resultando em maior infiltração dos rizóides dos fungos. Esse processo aceleraria a invasão bacteriana, permitindo acesso a camadas mais interiores das plantas. É possível que o extrato de *A. orizae* aumente a taxa (ou extensão) de degradação da fibra por meio do estímulo aos fungos ruminais, contribuindo para a melhoria do desempenho animal.

Sugeriram, também, que os efeitos positivos de extratos de *Aspergillus* devam-se ao fornecimento de fatores de crescimento para bactérias: vitaminas como biotina, ácido pantotênico, hidrocloreto de piridoxina, vitamina B12; aminoácidos e ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada. Além disso, *A. orizae* possivelmente aumenta a ingestão de nutrientes por bactérias, isto é, parece alterar a taxa metabólica de algumas bactérias. Vale notar que embora algumas linhagens de *A. orizae* produzam substâncias com propriedades antibacterianas, nenhuma das bactérias ruminais testadas nesse trabalho teve sua taxa de crescimento prejudicada pela incorporação do extrato de fermentação ao meio de cultura (Beharka & Nagaraja, 1998).

A inclusão de extratos de fermentação de *A. oryzae* (2 mg/mL a 5 mg/mL de meio de cultura pura) não afetou dez das dezenove espécies de bactérias ruminais testadas *in vitro* (Beharka & Nagaraja, 1998), tendo aumentado as taxas de crescimento de bactérias que digerem fibras, como *Ruminococcus albus* e *Fibrobacter succinogenes* (as principais bactérias fibrolíticas nos rúmens de ovinos e bovinos) e que utilizam lactato, como *Megasphaera elsdenii*, *Selenomonas lactilytica* e *Selenomonas ruminantium*.

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

### **Resultados em dietas práticas**

Resultados positivos da inclusão de *Aspergillus* sobre o consumo de matéria seca (Gomez-Alarcon et al., 1991; Caton et al., 1993), produção de leite (Kellems et al., 1990; Gomez-Alarcon et al., 1991) e conversão alimentar (Gomez-Alarcon et al., 1991) foram relatados. Em algumas situações, não houve resposta significativa à inclusão isolada de *Aspergillus* na dieta (Denigan et al., 1992), mesmo em altas quantidades (até 27 g/d) (Varel & Kreikemeier, 1994), ou em combinação com levedura (Higginbotham et al., 1994). Numa comparação de experimentos com vacas, envolvendo catorze lactações, a suplementação de 3 g/d de *A. oryzae* aumentou a produção de leite em 1 kg/d, o equivalente a 4% (Huber et al., 1994).

Bezerros leiteiros que recebiam extrato de fermentação de *A. orizae* com o sucedâneo de leite (0,5, 1 ou 3 g/animal/dia) desmamaram uma semana mais cedo e apresentaram maior atividade microbiana ruminal que os animais não suplementados (Beharka et al., 1991).

É interessante notar os vários estudos nos quais as vacas leiteiras submetidas a estresse térmico responderam bem à suplementação com culturas de *A. orizae* à dieta, mostrando redução nas temperaturas corporais e taxas respiratórias, por mecanismos ainda desconhecidos (Gomez-Alarcon et al., 1991; Huber et al., 1994). Esse mesmo efeito foi encontrado em um rebanho leiteiro comercial recebendo suplementação conjunta de *S. cerevisiae* e *A. orizae* (Higginbotham et al., 1994).

A dieta e a demanda fisiológica do hospedeiro parecem influenciar o nível de resposta. Vacas no início da lactação, alimentadas com uma maior proporção de concentrados, beneficiam-se mais da suplementação com *Aspergillus* (Kellems et al., 1990; Gomez-Alarcon et al., 1991; Huber et al., 1994; Newbold, 1997).

Caton et al. (1993) relataram efeito positivo da suplementação do extrato de fermentação de *A. orizae* no consumo e digestibilidade quando os novilhos consumiam pasto (*Bromus inermis*) mais maduros; a utilização de nutrientes reduziu-se com a adição do suplemento quando a forrageira apresentava melhor qualidade. Compilação de dados de literatura mostram que a suplementação teve efeito variável na produção de leite (-9% a +12%), com valores médios em torno de 5% (Newbold, 1997).

## ***Lactobacillus***

A população microbiana de bactérias produtoras de ácido láctico no intestino depende do tipo de animal e do regime alimentar, consistindo de vários gêneros e espécies. Os seguintes gêneros estão na família Lactobacillaceae: *Lactobacillus* (62 espécies), *Leuconostoc* (seis espécies), *Pediococcus* (oito espécies), *Streptococcus* (29 espécies) e *Lactococcus* (três espécies) (Cruywagen et al., 1996). Lactobacilos são bactérias anaeróbicas facultativas, e podem utilizar a maioria dos carboidratos como fonte de energia; o principal produto final de fermentação é o ácido láctico (Wu, 1987). O uso de lactobacilos tem-se dado, principalmente, na alimentação de monogástricos e bezerros jovens. A sua utilização baseia-se no fato de que estresse e doenças alteram o equilíbrio de microorganismos no trato intestinal e favorecem a proliferação de patógenos. Lactobacilos criam um ambiente desfavorável aos patógenos, como *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp. e *Escherichia coli* enteropatogênica.

Várias teorias foram desenvolvidas para tentar explicar o processo, incluindo a redução do pH, por causa da produção de ácido láctico e peróxido de hidrogênio; produção de bacteriocinas por lactobacilos e estreptococos; inibição da atividade de enterotoxinas; e adesão à parede do trato intestinal, evitando colonização por patógenos; *Lactobacillus* sp. pode também produzir amilase, auxiliando na digestão do alimento.

Para que os lactobacilos sejam eficazes, alguns critérios devem ser atendidos: 1) animal suplementado deve estar sob estresse – assim, animais mantidos em condições sanitárias muito boas têm menor probabilidade de responder à suplementação com *Lactobacillus*; 2) bactérias devem ser capazes de alcançar e colonizar o trato intestinal (resistência ao ácido clorídrico, ácidos biliares, lisozima, fenol e líquido ruminal); 3) bactéria deve apresentar alta taxa de produção de ácidos; 4) presença de número suficiente de bactérias viáveis (a estabilidade das bactérias no produto comercializado pode variar muito,

dependendo do processamento; o encapsulamento das bactérias parece ser benéfico), e 5) bactérias devem ser rapidamente ativadas e apresentar alta taxa de crescimento (Lyons, 1987; Wu, 1987).

A suplementação do extrato com *Lactobacillus* não viáveis também pode ser benéfica. Há relato do efeito positivo sobre o ganho de peso e ingestão de alimento de um extrato de *Lactobacillus bulgaricus* ( $12 \times 10^8$  organismos/cabeça/dia), não viável, fornecido a bezerros de 2-8 dias de idade por períodos de 4-11 semanas (Schwab et al., 1980). Higginbotham & Bath (1993) também observaram tendência a ganhos e consumos de concentrado maiores em bezerros recém-nascidos, suplementados durante cinco semanas com extratos não-viáveis de *L. acidophilus*, em relação aos controle. Os autores comentam que as boas condições de manejo e a ingestão de antibióticos através do leite de descarte fornecido aos bezerros podem ter reduzido os benefícios da suplementação com *Lactobacillus*. O conteúdo total de lactobacilos e coliformes nas fezes não foi afetado nos dois trabalhos.

Existe um número crescente de trabalhos sobre suplementação de *Lactobacillus* para bezerros, resultando em desempenhos favoráveis (Rosell, 1987, citado por Chaves et al., 1999; Roach et al., 1989; Abe et al., 1995) ou pouco/não significativos (Morrill et al., 1977; Ellinger et al., 1978, citado por Chaves, 1999; Jenny et al., 1991; Morrill et al., 1992; Higginbotham & Bath, 1993; Abu et al., 1996; Cruywagen et al., 1996; Alves et al., 1997; Chaves et al., 1999).

Nas primeiras semanas de suplementação é que o efeito de *Lactobacillus* é mais significativo (Schwab et al., 1980; Higginbotham & Bath, 1993; Cruywagen et al., 1996). Existe a possibilidade de que ganhos iniciais com a suplementação de lactobacilos sejam posteriormente anulados pelo ganho compensatório nos animais controle. Aparentemente, a suplementação com *Lactobacillus* reduz consistentemente a incidência de diarreia. Em alguns casos, embora o ganho de peso não tenha sido afetado pela suplementação com *Lactobacillus*, a incidência de diarreia diminuiu (Abu et al., 1996; Chaves et al., 1999).

## Há possibilidade de suplementação conjunta de ionóforo e culturas de microorganismos?

☞ Culturas de fungos e *Lactobacillus* ficam expostos ao ionóforo?

Cerca de 50% da monensina suplementada é absorvida e metabolizada em bovinos. Monensina é relativamente estável no fluido ruminal, líquido abomasal e fezes, e aparentemente a monensina não absorvida não é degradada por microorganismos (Donoho, 1984). Dessa maneira, as leveduras no rúmen e os lactobacilos no intestino estariam potencialmente expostos ao ionóforo.

☞ Ionóforos comuns (monensina, lasalocida) são tóxicos aos fungos e lactobacilos?

Monensina e lasalocida podem reduzir o crescimento *in vitro* de alguns fungos amplamente encontrados em ruminantes, *Neocallimastix frontalis* e *Piromonas communis* (Stewart & Richardson, 1989), mas não foram encontrados dados sobre a toxidez de ionóforos especificamente para *Saccharomyces* ou *Aspergillus*. É possível que ocorra uma redução na atividade de leveduras e *Aspergillus* quando ionóforos/antibióticos são fornecidos ao mesmo tempo.

*Lactobacillus* são bactérias gram-positivas, portanto, podem sofrer a ação inibidora de ionóforos (Dennis et al., 1981). Como o intestino tem pH ácido, esse efeito poderia ser potencializado (Russell, 1987). Tung & Kung Júnior (1993) relataram a redução na atividade de *Lactobacillus acidophilus* por monensina *in vitro*, acentuada por pH mais baixo (5,5 vs. 6,5).

A previsão da resposta do bovino à suplementação conjunta de alguns aditivos pode ser bastante difícil em função das interações ocorridas no trato gastrointestinal. As respostas dos microorganismos, obtidas em meios de cultura, são complexas e nem sempre representativas do que ocorre no animal.

Por exemplo, alterações no meio de cultura podem alterar a sensibilidade de *Lactobacillus* a ionóforos. Bactérias cultivadas com meio líquido contendo glicose foram muito mais sensíveis aos ionóforos (monensina, narasina, lasalocida, salinomicina e maduramicina) do que quando os ionóforos foram suplementados através de uma mistura de concentrado e água (Marounek & Rada, 1995). A monensina foi capaz de inibir bactérias produtoras de lactato (*S. bovis* e *Lactobacillus* spp.) ao ser adicionada ao meio de cultura ao mesmo tempo que o excesso de glicose, mas não teve qualquer efeito sobre o crescimento de *Lactobacillus* quando a acidose já estava instalada, ao ser adicionada

24 horas após a incubação com excesso de glicose (Newbold & Wallace, 1988).

Houve interações positiva e negativa na suplementação conjunta de extrato de *Aspergillus orizae* e antibióticos (ou ionóforos) sobre o crescimento de culturas puras de bactérias. A adição de *Aspergillus* ao meio de cultura reverteu parcialmente a inibição de algumas bactérias provocada por neomicina e clortetraciclina, por mecanismo(s) desconhecido(s). Foi observado também que a suplementação conjunta de extrato de *Aspergillus orizae* e tilosina provocou uma redução maior na taxa de crescimento de algumas linhagens de bactérias do que a inclusão de tilosina isoladamente (Beharka & Nagaraja, 1998). Por outro lado, o cultivo de bactérias metanogênicas diminuiu a susceptibilidade de fungos aos ionóforos (Stewart & Richardson, 1989).

### **Resultados em dietas práticas**

Novilhas mestiças recebendo flavomicina (20 mg/cabeça/dia) e *Aspergillus orizae* (2 g/cabeça/dia) com dietas de alto teor de concentrado mostraram tendência a melhor efeito da suplementação conjunta dos aditivos sobre ganho de peso e conversão alimentar do que aqueles alcançados pela suplementação isolada desses aditivos (Dhuyvetter et al., 1996).

## **Flora microbiana desidratada**

Um produto composto da flora digestiva integral de herbívoros desidratada, cálcio, fósforo e vitaminas suplementado a bezerros jovens (um a sete meses de idade) não proporcionou aumentos no ganho de peso, comparados a bezerros que não recebiam o aditivo. Os autores sugeriram que talvez as condições do rúmen não fossem adequadas ao estabelecimento precoce dos microorganismos inoculados (Coutinho Filho et al., 1989), mas a viabilidade dos microorganismos não parece ter sido testada. Alguns produtores relataram redução na incidência de diarreia de bezerros com o uso desse produto<sup>3</sup>.

## **Enzimas**

Cereais e forrageiras são degradados por uma mistura de microorganismos no rúmen, que incluem bactérias, fungos e protozoários. Espécies nessas populações possuem enzimas que degradam a parede celular da planta:

<sup>3</sup> José Marques da Silva, pesquisador Embrapa Gado de Corte – informação pessoal, 2000.

celulases, xilanases, e uma quantidade de enzimas que degradam as ramificações de xilanas. As bactérias envolvidas na degradação das porções facilmente digestíveis da fibra são *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* e *R. flavefasciens*, *F. succinogenes* e fungos degradam as porções menos digestíveis.

Sugeriu-se que a manipulação de enzimas que digerem fibras poderia aumentar a taxa e extensão da digestão de forragem por ruminantes. Os métodos propostos incluem a suplementação direta de enzimas (celulases etc.) produzidas por fermentação em larga escala de *Aspergillus* sp. e *Trichoderma* sp. e a produção de plantas/bactérias ruminais transgênicas contendo enzimas como xilanase e amilases (Forsberg, 1995).

A atividade das enzimas brutas depende do substrato de preparo e do método de colheita; para terem valor comercial, precisam ser estáveis e estarem ativas nas condições de utilização (Marquardt et al., 1987). Os trabalhos encontram-se ainda na fase inicial: Lewis et al. (1996) observaram aumento no desaparecimento da matéria seca e fibra detergente neutra, assim como aumento na digestibilidade total da matéria seca e fibra detergente neutra e ácido, em bovinos recebendo dieta baseada em volumosos tratada com enzimas fibrolíticas. Marquardt et al. (1987) consideram que ruminantes adultos, provavelmente, não teriam melhor desempenho com o tratamento de grãos com enzimas, embora bezerros jovens pudessem ser beneficiados.

## Ácidos orgânicos

Os ácidos dicarboxílicos aspartato, fumarato e malato estimulam a utilização do lactato pela bactéria predominante no rúmen, *Selenomonas ruminantium*. Malato tem um efeito mais marcante, que está associado à presença de sódio. Pensa-se que o efeito positivo do malato pode estar relacionado com a interceptação de íons hidrogênio liberados pela via succinato-propionato usada pela *S. ruminantium*, assim como à reposição do oxaloacetato, que pode ser limitante para o crescimento bacteriano (Martin, 1998).

O efeito da adição de DL-malato, *in vitro*, parece similar ao efeito de ionóforos (aumentam o pH, reduzem metano e lactato, aumentam propionato), já que ácidos orgânicos estimulam populações microbianas específicas. Há indicações do efeito benéfico da adição de ácidos orgânicos para animais confinados com dietas ricas em concentrados. Nessas dietas, onde há alta concentração de

carboidratos prontamente fermentáveis, o lactato pode se acumular e diminuir o pH ruminal. Quando o pH cai abaixo de 5,9, o crescimento de bactérias celulolíticas é prejudicado, e há decréscimos na digestão da fibra e na taxa de passagem. A adição de malato poderia reduzir a incidência de acidose subclínica, mas há pouca informação a respeito do efeito de ácidos orgânicos no desempenho de ruminantes (Martin, 1998).

Parece haver um efeito aditivo da suplementação de malato ou fumarato e monensina, que deprime a produção de lactato e estimula sua utilização. Forrageiras jovens, ricas em ácidos orgânicos, podem servir de fontes de ácido málico nas dietas práticas (Martin, 1998).

## Outros

### Poloxalene

Poloxalene reduz a incidência de timpanismo por redução da tensão superficial do fluido ruminal, evitando a formação de espuma estável ou bolhas (Sewell, 1998). Timpanismo é comum em animais confinados ou consumindo leguminosas temperadas. A acumulação de ácidos orgânicos e mucopolissacarídeos produzidos durante a fermentação pode perturbar a função ruminal normal. Pode haver redução do pH e motilidade do rúmen, aumentando a viscosidade do líquido ruminal e promovendo a formação de uma espuma estável, que acumula gás (Cheng et al., 1998). Poloxalene está disponível em três formas, blocos de melado, granular e líquido, podendo ser incluído em suplementos secos e líquidos (Sewell, 1998). Não é necessária a retirada antes do abate. Esse produto é de responsabilidade da área da CPV/DDA<sup>3</sup>.

### Sarsaponin

Sarsaponin (nome comercial = Sevarin) é um produto vegetal recomendado para ser usado em combinação com monensina ou lasalocida. O seu princípio ativo e modo de atuação não são conhecidos. Pode melhorar o ganho de peso e conversão alimentar. Não há restrição de uso (Stock & Mader, 1998). Tal produto é de responsabilidade da área da CPV/DDA<sup>3</sup>. A Tabela 8 apresenta o percentual de melhora no desempenho em relação aos controles negativos.

---

<sup>3</sup> Rui Saravi Leite, médico-veterinário SFFA/SEDER/DFA/MS – informação pessoal, 2000.

**Tabela 8.** Melhora percentual no desempenho de bovinos suplementados em relação aos não suplementados com sarsaponin.

Ganho de peso e eficiência alimentar	0 a +4%
Nível de uso	0,5 g/cabeça/dia

Fonte: Stock & Mader (1998).

## Comentários finais

Existe um grande número de aditivos potencialmente benéficos para os microorganismos do trato gastrointestinal, com reflexos positivos na produção do bovino. Dentre eles, os ionóforos são tradicionalmente usados em confinamento e destacam-se para uso em campo, com possibilidades reais de utilização da mistura mineral como veículo do aditivo. No caso de fontes de microorganismos, é necessário que sejam devidamente caracterizadas, assim como as condições em que respostas positivas são esperadas.

Bovinos com altas demandas e sob estresse parecem ser os maiores beneficiados da inclusão de microorganismos e seus extratos nas dietas. A produção de leite, eficiência alimentar e digestibilidade de nutrientes apresentaram-se mais elevados para vacas no início da lactação alimentadas com dietas à base de concentrados suplementadas com *Saccharomyces cerevisiae* ou *Aspergillus oryzae*.

Adicionalmente, *Aspergillus* parece reduzir o estresse térmico, por mecanismos ainda desconhecidos. Como a resposta à adição de suplementos a base de fungos à dieta é influenciada por uma gama de fatores insuficientemente caracterizados, é necessário que o custo:benefício da suplementação seja estudado em situações individuais e específicas. O efeito desses aditivos para animais em pastejo também merece estudos, pelo seu potencial na degradação de fibras.

Quanto aos bezerros, as respostas a *Lactobacillus* concentram-se no período inicial de suplementação, reduzindo a incidência de diarreia e, eventualmente, melhorando o ganho de peso. A resposta à suplementação conjunta de aditivos deve ser melhor avaliada, uma vez que existe a possibilidade de ionóforos e

antibióticos inibirem a atividade de fungos e *Lactobacillus*. Dada à complexidade das relações entre os microorganismos ruminais é imprescindível que sejam feitos estudos de suplementação direta dos aditivos aos animais, em adição aos estudos *in vitro*.

## Referências bibliográficas

AARESTRUP, F. M.; BAGER, F.; JENSEN, N. E.; MADSEN, M.; MEYLING, A.; WEGENER, H. C. Surveillance of antimicrobial resistance in bacteria isolated from food animals to antimicrobial growth promoters and related therapeutic agents in Denmark. **Acta Pathologica, Microbiologica et Immunologica Scandinavica**, Copenhagen, v. 106, n. 6, p. 602-622, 1998.

ABE, F.; ISHIBASHI, N.; SHIMAMURA, S. Effect of administration of bifidobacteria and lactic acid bacteria to newborn calves and piglets. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 12, p. 2838-2846, 1995.

ABU-TARBOUSH, H. M.; AL-SAIADY, M. Y.; KEIR-EL-NIN, A. H. Evaluation of diet containing lactobacilli on performance, fecal coliform, and lactobacilli of young dairy calves. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 57, n. 1-2, p. 39-49, 1996.

ADAMS, A. L.; HARRIS, B. JR.; VAN HORN, H. H.; WILCOX, C. J. Effects of varying forage types on milk production responses to whole cottonseed, tallow, and yeast. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 3, p. 573-581, 1995.

ALVES, P. A. M.; LIZIEIRI, R. S.; CAMPOS, O. F de; VIEIRA, M. A.; GALDINO JR., J. Teste de um sucedâneo e um probiótico comerciais para bezerros de rebanhos leiteiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Juiz de Fora, 1997. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 221-223.

BAGLEY, C. P.; FEAZEL, J. I.; MORRISON, D. G.; LUCAS, D. M. Effects of salinomycin on ruminal characteristics and performance of grazing beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, n.3, p. 792-797, 1988.

- BASARABA, R. J.; OEHME, F. W.; VORHIES, M. W.; STOKKA, G. L. Toxicosis in cattle from concurrent feeding of monensin and dried distiller's grains contaminated with macrolide antibiotics. **Journal of Veterinary Diagnostics Investigation**, Columbia, v. 11, n. 1, p. 79-86, 1999.
- BECKETT, S.; LEAN, I.; DYSON, R.; TRANTER, W.; WADE, L. Effects of monensin on the reproduction, health, and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 6, p. 1563-1573, 1998.
- BECKETT, S.; LEAN, I.; DYSON, R.; TRANTER, W.; WADE, L. Effects of monensin on the reproduction, health, and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 6, p. 1563-1573, 1998.
- BEHARKA, A. A.; NAGARAJA, T. G. Effect of *Aspergillus oryzae* extract alone or in combination with antimicrobial compounds on ruminal bacteria. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 6, p. 1591-1598, 1998.
- BEHARKA, A. A.; NAGARAJA, T. G.; MORRILL, J. L. Performance and ruminal function development of young calves fed diets with *Aspergillus oryzae* fermentation extract. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 12, p. 4326-4336, 1991.
- BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 6, p. 1465-1483, 1984.
- BOLING, J. A. ; BRADLEY, N. W.; CAMPBELL, L. D. Monensin levels for growing and finishing steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 44., n. 5, p. 867- 871, 1977.
- BRAZLE, F. K.; LAUDERT, S. B. Effects of feeding Rumensin in a mineral mixture on steers grazing native grass pastures. [s.l.: s.n., 199-]. 3p. Kansas University. 199-.
- CALLAWAY, E. S.; MARTIN, S. A. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilise lactate and digest cellulose. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 9, p. 2035-2044, 1997.

- CATON, J. S.; ERICKSON, D. O.; CAREY, D. A.; ULMER, D. L. Influence of *Aspergillus oryzae* extract on forage intake, site of digestion, in situ degradability, and duodenal amino acid flow in steers grazing cool-season pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 3, p. 779-787, 1993.
- CHANG, J. S.; HARPER, E. M.; CALZA, R. E. Fermentation extract effects on the morphology and metabolism of the rumen fungus *Neocallimastix frontalis* EB188. **Journal of Applied Microbiology**, Danvers, v. 86, n. 3, p. 389-398, 1999.
- CHAVES, A. H.; SILVA, J. F. C.; CAMPOS, O. F.; PINHEIRO, A. J. R.; VALADARES FILHO, S. C. Efeito da estirpe LT 516 de *Lactobacillus acidophilus* como probiótico para bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 1075-1085, 1999.
- 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**, Champaign, v. 76, n. 1, p. 299-308, 1998.
- COLE, N. A.; PURDY, C. W.; HUTCHESON, D. P. Influence of yeast culture on feeder calves and lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 6, p. 1682-1690, 1992.
- COUTINHO FILHO, J. L. V.; PERES, R. M.; JUSTO, C. L.; SIQUEIRA, P. A.; COSTA, R. M. Inoculação precoce de flora digestiva no desenvolvimento de bezerros. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 46, n. 1, p. 143-149, 1989.
- CRUYWAGEN, C. W.; JORDAAN, I.; VENTER, L. Effect of *Lactobacillus acidophilus* supplementation of milk replacer on preweaning performance of calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, n. 3, p. 483-486, 1996.
- DAWSON, K. A.; BOLING, J. A. Factors affecting resistance of monensin-resistant and sensitive strains of *Bacteroides rumenicola*. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 64 (suplemento), p. 132-133, 1984.

DAWSON, K. A.; NEWMAN, K. E.; BOLING, J. A. Effects of microbial supplements containing yeast and lactobacilli on rouguage-fed ruminal microbial activities. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 10, p. 3392-3398, 1990.

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

DENIGAN, M. E.; HUBER, J. T.; ALDHADRAMI, G.; AL-DEHNEH, A. Influence of feeding varying levels of Amaferm on performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 6, p. 1616-1621, 1992.

DENNIS, S. M.; NAGARAJA, T. G.; BARTLEY, E. E. Effects of lasalocida or monensin on lactate-producing or using-rumen bacteria. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 52, n. 2, p. 418-26, 1981.

DICKIE, D. I.; FORSYTH, J. G. **Implants, MGA and rumensin for beef cattle**. Ontário: Ministry of Agriculture and Food, 1982. (Factsheet. Order n. 82-093).

DOMESCIK, E. J.; MARTIN, S. A. Effects of laidlomycin propionate and monensin on the *in vitro* mixed ruminal microorganism fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 8, p. 2305-2312, 1999.

DONOHU, A. L. Biochemical studies on the fate of monensin in animals and in the environment. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 6, p. 1528-1539, 1984.

DOREAU, M.; JOUANY, J. P. Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on nutrient digestion in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 12, p. 3214-3221, 1998.

DHUYVETTER, D. V.; CATON, J. S.; RINGWALL, K.; OTTMAR, G. Effects of *Bambermycins* (gainpro) and *Aspergillus oryzae* (amaferm) fed to growing heifer calves in North Dakota. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, suppl. 1, p. 296, 1996.

ELANCO ANIMAL HEALTH (Indiana, EUA). [Rumensin]. Disponível: site **Elanco Animal Health**. URL: <http://www.elanco.com/products/rumensin/rumensin80pim.html> Consultado em 06/10/1999.

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**, Champaign, v. 75, n. 11, p. 3056-3065, 1992.

ERASMUS, L. J.; SMITH, I.; MULLER, A.; O'HAGAN, D. Effects of lasalocid on performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n. 8, p. 1817-1823, 1999.

FIEMS, L. O.; COTTYN, B. G.; BOUCQUE, C. V. Effect of yeast supplementation on health, performance and rumen fermentation in beef bulls. **Archiv fuer Tierernaehrung**, Langhorne, v. 47, n. 3, p. 295-300, 1995.

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

FORSBERG, C. W. **Tackling the problem of improving forage utilization without chemicals in ruminants**. Ontário: University of Guelph, 1995. (Dairy Research Report. Publ. n. 0395).

FUNK, M. A.; GALYEAN, M. L.; ROSS, T. T. Potassium and lasalocida effects on performance and digestion in lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 3, p. 685-691, 1986.

GOMEZ-ALARCON, R. A.; HUBER, J. T.; HIGGINBOTHAM, G. E.; WIERSMA, F.; AMMON, D.; TAYLOR, B. Influence of feeding *Aspergillus orizae* fermentation extract on the milk-yields, eating patterns, and body temperatures of lactating cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 4, p. 1733-1740, 1991.

HIGGINBOTHAN, G. E.; BATH, D. L. Evaluation of *Lactobacillus* fermentation cultures in calf feeding systems. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 2, p. 615-620, 1993.

HIGGINBOTHAN, G. E.; COLLAR, C. A.; ASELTINE, M. S.; BATH, D. L. Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* extract on milk yield in a commercial dairy herd. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 1, p. 343-348, 1994.

HINO, T.; RUSSELL, J. B. Relative contributions of ruminal bacteria and protozoa to the degradation of protein in vitro. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, p. 261-270, 1987.

HIXON, D. L.; FAHREY, G. C. JR.; KESLER, D. J.; NEUMANN, A. I. Effects of creep feeding and monensin on reproductive performance and lactation of beef heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 55, n. 3, p. 467-474, 1982.

HOECHST ROUSSEL VET. **Flavomycin**. [S.l., 199-]. Não paginado.

HOPPE, P. P. Cardiac failure in beef cattle fed dried poultry litter. **Veterinary Record**, London, v. 129, n. 14, p. 320, 1991.

HUBER, J. T.; HIGGINBOTHAM, G.; GOMEZ-ALRCON, R. A.; TAYLOR, R. B.; CHEN, K. H.; CHAN, S.C.; WU, Z. Heat stress interactions with protein, supplemental fat, and fungal cultures. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 7, p. 2080-2090, 1994.

HUGUES, J. Yeast culture applications in calf and dairy diets – a brief appraisal. In: LYONS, T. P., ed. **Biotechnology in the feed industry**. Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1987. p. 143-148.

IWANSKA, S.; STRUSINSKA, D.; ZALEWSKI, W.; OPALKA, A. The effect of *Saccharomyces cerevisiae* 1026 used alone or with vitamin-mineral premix on milk yield and milk composition in dairy cows. **Acta Veterinaria Hungarica**, Hungary, v. 47, n. 1, p. 41-52, 1999.

JENNY, B. F.; VANDIJK, H. J.; COLLINS, J. A. Performance and fecal flora of calves fed *Bacillus subtilis* concentrate. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 6, p. 1968-1976, 1991.

KELLEMS, R. O.; LAGERSTEDT, A.; WALLENTINE, M. V. Effect of feeding *Aspergillus oryzae* fermentation extract or *Aspergillus oryzae* plus yeast culture plus mineral and vitamin supplement on performance of Holstein cows during a complete lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 10, p. 2922-2928, 1990.

KUNG JR. L.; KRECK, E. M.; TUNG, R. S.; HESSION, A.O.; SHEPERD, A. C.; COHEN, M. A.; SWAIN, H. E.; LEEDLE, J. A. Z. Effects of a live yeast culture and enzymes on in vitro ruminal fermentation and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 9, p. 2045-2051, 1997.

KUNKLE, B; SAND, B. Beef cattle: feeding. RF-AA070. Disponível: site Florida Agricultural Information Retrieval System, FAIRS (December 1992). URL: <http://hammock.ifas.ufl.edu/txt/fairs//aa/951.html>. Consultado em 10 abr. 1998.

LEWIS, G. E.; HUNT, C. W.; SANCHEZ, W. K.; TREACHER, R.; PRITCHARD, G. T.; FENG, P. Effect of direct-fed fibrolytic enzymes on the digestive characteristics of a forage-based diet fed to beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 12, p. 3020- 3028, 1996.

LUCAS, M. J. Avaliação do uso de Virginiamicina adicionada à mistura mineral para bovinos em pastagens. [S.l.: s.n., 1989?]. 2 p.

LUCAS, M. J.; SOBRINHO, E. Efeito do uso de Virginiamicina sobre o desempenho de bovinos em pastagens. [S.l.: s.n.], 1989. 2 p.

LYONS, T. P. The role of biological tools in the feed industry. In: LYONS, T. P., ed. **Biotechnology in the feed industry**. Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1997. p.1-49.

MACHADO, P. F.; MADEIRA, H. M. F. Manipulação de nutrientes em nível de rúmen – efeitos do uso de ionóforos. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 79-96.

MALCOLM, K. J. ; KIESLING, H. E. Effects of whole cottonseed and live yeast culture on ruminal fermentation and fluid passage rate in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 7, p. 1965-1970, 1990.

MAROUNEK, M.; RADA, V. Susceptibility of poultry lactobacilli to ionophore antibiotics. **Zentralblatt fur Veterinarmedizin [B]**, Berlin, v. 42, n. 4, p. 193-196, 1995.

MARQUARDT, R. R.; FENGLER, A. I.; PAWLIK, J. Improvement of the nutritional value of rye and wheat grains through the use of crude enzymes of microbial origin. In: LYONS, T. P., ed. **Biotechnology in the feed industry**. Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1987. p. 241-250.

MARTIN, S. A. Manipulation of ruminal fermentation with organic acids: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 12, p. 3123-3132, 1998.

MARTIN, S. A.; NISBET, D. J. Effect of direct-fed microbials on rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 6, p. 1736-1744, 1992.

MBANZAMIHIGO, I.; VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. [Adaptation of rumen fermentation to monensin]. **Reproduction Nutrition Development**, Paris, v. 35, n. 4, p. 353-365, 1995.

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

MORRILL, J. L.; DAYTON, A. D.; MICKELSEN, R. Cultured milk and antibiotics for young calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 60, p. 1105-1112, 1977.

MORRILL, J. L.; LASTER, J. F.; MORRILL, J. M.; et al. Plasma protein and probiotic as milk replacer ingredients. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, suppl. 1, p. 267, 1992.

MULLER, R. D.; POTTER, E. L.; WRAY, M. I.; RICHARDSON, L. F.; GRUETER, H. P. Administration of monensin in self-fed (salt limiting) dry supplements or on alternate-day feeding schedule. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, n. 3, p. 593-600, 1986.

NAGARAJA, T. G.; TAYLOR, M. B. Susceptibility and resistance of ruminal bacteria to antimicrobial feed additives. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 53, n. 7, p. 1620-1625, 1987.

NEWBOLD, J. **Proposed mechanisms for enzymes as modifiers of ruminal fermentation**. In: FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 1997, Gainesville. **Proceedings...** University of Florida, Gainesville, January, 16-17, 1997.

NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J. Effects of the ionophores monensin and tetronasin on simulated development of ruminal acidosis in vitro. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 54, n. 12, p. 2981-2985, 1988.

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

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

NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J.; WALKER, N. D. The effect of tetranasin and monensin on fermentation, microbial numbers and the development of ionophore-resistant bacteria in the rumen. **Journal of Applied Bacteriology**, London, v. 75, n. 2, p. 129-134, 1993.

NOVILLA, M. N. The veterinary importance of the toxic syndrome induced by ionophores. **Veterinary and Human Toxicology**, Manhattan, v. 34, n. 1, p. 66-70, 1992.

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

POTTER, E. L.; VANDUYN, R. L.; COOLEY, C. O. Monensin toxicity in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 6, p. 1499-1511, 1984.

POTTER, E. L.; COOLEY, C. O.; RICHARDSON, L. F.; RAUN, O. P.; RATHMACHER, R. P. Effect of monensin on performance of cattle fed forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 43, n. 3, p. 665-669, 1976.

POTTER, E. L.; MULLER, R. D.; WRAY, M. I.; CARROLL, L. H.; MEYER, R. M. Effect of monensin on the performance of cattle on pastures or fed harvested forages in confinement. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, v. 3, p. 583-592, 1986.

PUTNAM, D. E.; SCWAB, C. G.; SOCHA, M. T.; WHITEHOUSE, N. L.; KIERSTEAD, N. A.; GARTHWAITE, B. D. Effect of yeast culture in the diets of early lactation dairy cows on ruminal fermentation and passage of nitrogen fractions and amino acids to the small intestine. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 2, p. 374-384, 1997.

RESTLE, J.; ROSO, C.; SOARES, A. B. Lasalocidaa sódica suplementada via sal para fêmeas de corte mantidas em pastagem cultivada de estação fria. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., Juiz de Fora, 1997. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 268-270.

ROACH, J.; BRINGE, A.; AIMUTIS, W. R. Use of direct-fed microbials to improve replacer calves performance. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, suppl. 1, p. 447, 1989.

ROGERS, J. A.; DAVIS, C. L. Rumen volatile fatty acid production and nutrient utilisation in steers fed a diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, n. 6, p. 944-952, 1982.

ROSE, A. H. Yeast, a microorganism for all species: a theoretical look at its mode of action. In: LYONS, T. P., ed. **Biotechnology in the feed industry**. Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1997. p. 113-118.

RUMPLER, W. V.; JOHNSON, D. E.; BATES, D. B. The effect of high dietary cation concentration on methanogenesis by steers fed diets with and without ionophores. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, p. 1737-1741, 1986.

RUSSELL, J. B. A proposed mechanism of monensin action in inhibiting ruminal bacterial growth: effects on ion flux and protonmotive force. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 5, p. 1519-1525, 1987.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Effects of aditives on *in vitro* ruminal fermentation: a comparison of monensin and bacitracin, another gram-positive antibiotic. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, n. 2, p. 552-558, 1988.

SCHELLING, G. T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 6, p. 1518-1527, 1984.

SCHWAB, C. G.; MOORE, J. J.; HOYT, P. M.; PRENTICE, J. L. Performance and fecal flora of calves fed a nonviable *Lactobacillus bulgaricus* fermentation product. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 9, p. 1412-1423, 1980.

SEWELL, H. B. Feed additives for beef cattle. Agricultural publication G02075. Disponível: site University Extension, University of Missouri-Columbia (01/10/1993). URL: <http://muextension.missouri.edu/xplor/agguides/ansci/g02075.htm>. Consultado em 30 mar. 1998.

A SMOKING gun ? Drug resistance in hospitals has been traced to the farmyard. **New Scientist**, London, v. 157, n. 2126, p. 13, 1998.

SPEARS, J. W. Ionophores and nutrient digestion and absorption in ruminants. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 120, n. 6, p. 632-638, 1990.

SPROTT, L. R.; GOEHRING, T. B.; BEVERLY, J. R.; CORAH, L. R. Effects of ionophores on cow herd production: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, n. 6, p. 1340-1346, 1988.

STEWART, C. S.; RICHARDSON, A. J. Enhanced resistance of anaerobic rumen fungi to the ionophores monensin and lasalocida in the presence of methanogenic bacteria. **Journal of Applied Bacteriology**, London, v. 66, n. 1, p. 85-93, 1989.

STOCK, R.; MADER, T. Feed additives for beef cattle. Nebguide G85-761-A. Disponível: site NebGuide (Abril 1997). URL: <http://www.ianr.unl.edu/pubs/beef/g761.htm>. Consultado em 16 abr.1998.

SUNÉ, R. W.; MÜHLBACH, P. R. F. Efeito da adição de cultura de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) cepa 1026 na produção e qualidade do leite de vacas holandesas em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1248-1252, 1998.

SWARTZ, D. L.; MULLER, L. D.; ROGERS, G. W.; VARGA, G. A. Effect of yeast cultures on performance of lactating dairy cows: a field study. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 10, p. 3073-3080, 1994.

TUNG, R. S.; KUNG JUNIOR, L. *In vitro* effects of the thiopeptide and monensin on ruminal fermentation of soluble carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 4, p. 1083-1090, 1993.

TURNER, H. A.; YOUNG, D. C.; RALEIGH, R. J.; ZOBELL, D. Effect of various levels of monensin on efficiency and production of beef cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 50, n. 3, p. 385-390, 1980.

VAREL, V. H.; KREIKEMEIER, K. K. Response to various amounts of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal metabolism in cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 10, p. 3081-3086, 1994.

WALLACE, R. J. Ruminal microbiology, biotechnology, and ruminant nutrition: progress and problems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 11, p. 2992-3003, 1994.

WALLACE, R. J. The mode of action of yeast culture in modifying rumen fermentation. In: *Biotechnology in feed industry*. Alltech Inc., Univ. Press, Nottingham, United Kingdom, p. 217-232. 1996.

WEISS, W. P.; AMIET, B. A. Effect of lasalocida on performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 1, p. 153-162, 1990.

WILLIAMS, P. E. V.; TAIT, C. A. G; INNES, G. M.; NEWBOLD, C. J. Effects of the inclusion of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 7, p. 3016-3026, 1991.

WOHLT, J. E.; FINKELSTEIN, A. D.; CHUNG, C. H. Yeast culture to improve intake, nutrient digestibility, and performance by dairy cattle during early lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 4, p. 1345-1400, 1991.

WU, J. S. The microbiologist's function in developing action-specific microorganisms. In: LYONS, T. P., ed. **Biotechnology in the feed industry**. Nicholasville: Alltech Technical Publications, 1997. p. 181-198.

## Bibliografia complementar

ELLINGER, D. K.; MULLER, L. D.; GLANTZ, P. J. Influence of feeding fermented colostrum and *Lactobacillus acidophilus* on fecal flora and selected blood parameters of young dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v. 61, Supl. 1, p. 126, 1978. (Citado por Chaves et al., 1999, p. 1084)

KOLB, E. (The problem of the use of antibiotics in animal production and the appearance of antibiotic-resistant bacterial strains in man). **Zeitschrift fuer die Gesamte Innere Medizin und Ihre Grenzgebiete**, Stuttgart, v. 36, n. 24, p. 945-950, 1981 (resumo PubMed medline).

OWENS, F.N. **Ionophore effect on utilization and metabolism of nutrients** – Ruminants Proc. 1980. Georgia Nutrition Conference, University of Georgia, Athens, p.17, 1980 (citado por Bergen & Bates, 1984).

PERSKI, H. J.; SCONNHERT, P.; THAUER, R. K. Sodium dependence of methane formation in methanogenic bacteria. **FEBS Lett.**, v. 143, p. 323, 1982 (citado por Bergen & Bates, 1984).

ROSELL, V. Acidification and probiotics in spanish pig and calf rearing. In: LYONS, T. P., ed. **Biotechnology in the feed industry**. Nicholaville: Alltech Technical Publications, p. 177-180, 1987. (citado por Chaves et al., 1999, p. 1084).

SIEVERT, S. J.; SHAVER, R. D. Carbohydrate and *Aspergillus oryzae* effects on intake, digestion, and milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 1, p. 254-254, 1993. (Resumo MedLine).

STRZETELSKI, J. A.; KOWALCZYK, J.; BILIK, K.; STASINIEWICZ, T.; SOROKA, M.; NIWINSKA, B. Yeast cells as a feed supplement for cattle. 3. New yeast preparations for cow in the first period of lactation. **Journal of Animal Feed Science**, v. 5, p. 1-9, 1996. (citado por Iwanska et al., 1999).

**Embrapa**

---

*Gado de Corte*

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

**GOVERNO  
FEDERAL**  
Trabalhando em todo o Brasil

ISBN 85-297-0104



9 788529 70104