

Aditivos na Produção de Bovinos Confinados

César Vitaliano Graminha

Ana Léa Moreira Martins

Caio Augusto Faião

Marco Antônio Alvares Balsalobre

1. Introdução

A maximização do lucro e a redução no tempo de retorno do capital na pecuária de corte tem levado a adoção cada vez maior do confinamento como estratégia integrada no sistema de produção para a terminação dos animais. Nesta etapa os resultados estão diretamente ligados ao plano nutricional, onde a elaboração adequada da dieta e o manejo diário de alimentação chegam a participar em até 30% nos custos operacionais totais do confinamento.

O avanço científico sobre as exigências dos animais e dos valores nutritivos dos alimentos disponibilizou aos nutricionistas o conhecimento técnico e as informações necessárias para o balanceamento de dietas precisas de acordo com cada categoria e nível de produção desejado. Neste contexto, a descoberta de compostos que controlam o metabolismo aumentando a eficiência de utilização de alimentos e proporcionando uma maior produção animal, deu origem a uma nova classe de substâncias denominadas de aditivos alimentares.

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

Em dietas de bovinos confinados a utilização de aditivos alimentares tem como objetivo principal a melhoria da conversão alimentar e/ou ganho de peso, embora benefícios secundários possam ocorrer como a melhoria na sanidade geral do animal. Serão abordados aqui os ionóforos, probióticos, prébióticos, minerais orgânicos e tamponantes. Além desses, outras substâncias com potencial para serem usadas na produção de bovinos de corte, como os ácidos orgânicos, as bacteriocinas e as enzimas também serão abordadas.

2. Ionóforos

São vários os ionóforos que podem ser usados em dieta de ruminantes. No Brasil, apenas três são registrados no Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA), são eles: Lasalocida, Monensina Sódica e a Salinomicina Sódica.

A monensina é o ionóforo mais estudado, sua molécula foi descrita em 1967 (Agtarap et al., 1967). A monensina é produzida por cepas de *Streptomyces cinnamomensis*.

O modo de ação dos ionóforos se resume em alterar o movimento de íons através da membrana celular. As bactérias gram-negativas apresentam uma via extra de produção de energia na própria membrana celular, o que as diferem das gram-positivas, as quais conseguem apenas produzir energia pela entrada e saída de íon H^+ da célula.

O ionóforo se liga à uma substância polar e atua como agente transportador de íons H^+ e de cátions, principalmente K^+ e Na^+ , o que leva ao acúmulo de H^+ no interior da célula bacteriana. O acúmulo de H^+ no citoplasma promove uma quebra do equilíbrio de geração de energia pela célula bacteriana, além de gasto de energia para a retirada do excedente de H^+ interno, levando a célula à morte.

As bactérias gram-positivas são as afetadas pela presença do ionóforo, uma vez que são menos eficientes na geração de energia, desse modo acabam reduzindo sua população. As bactérias gram-negativas passam a predominar no rúmen com o uso de ionóforo. As bactérias gram-positivas são as produtoras de acetato, butirato, H_2 e formato, enquanto que as gram-negativas produzem succinato e propionato. As bactérias metanogênicas, indiretamente são afetadas pelo ionóforo, uma vez que passa a haver maior uso de H_2 pelas gram-negativas para produção de propionato.

Os efeitos provocados pelo uso de ionóforo são:

- Aumento da produção de propionato;
- Redução da produção de acetato;
- Aumento da relação propionato/acetato;
- Redução da produção de metano;
- Redução da degradação protéica no rúmen;
- Melhor aproveitamento da proteína no intestino;
- Redução do “turnover” ruminal;
- Redução da produção de lactato;
- pH ruminal mais elevado;
- Em dietas de alto grão, redução de consumo;
- Em dietas de baixo grão, aumento de consumo ou não alteração;
- Diminuição da concentração ruminal de amônia;

- Em dietas de alto grão, manutenção do ganho de peso e melhoria da conversão alimentar;
- Em dietas de baixo grão, aumento do ganho de peso;
- Estabilização de consumo ao longo do dia.

Os ionóforos são antibióticos da classe - compostos heterocíclicos contendo oxigênio, da subclasse – antibióticos polieter.

Em revisão de Goodrich et al. (1984) para dietas de animais confinados adicionados de monensina, em 228 experimentos houve aumento no ganho de peso em 1,6%, redução de consumo em 6,4% e conseqüente melhoria na conversão alimentar em 7,5%, sem haver alterações na composição da carcaça dos animais. Nessa revisão constatou-se que em dietas onde o grupo controle apresentou menores ganhos de peso, houve maior resposta dos animais tratados à aumentos no ganho de peso diário, sendo a resposta linear ($Y = 0,414 - 0,2419X$, onde Y representa a alteração do ganho de peso diário e X o ganho de peso diário do grupo controle).

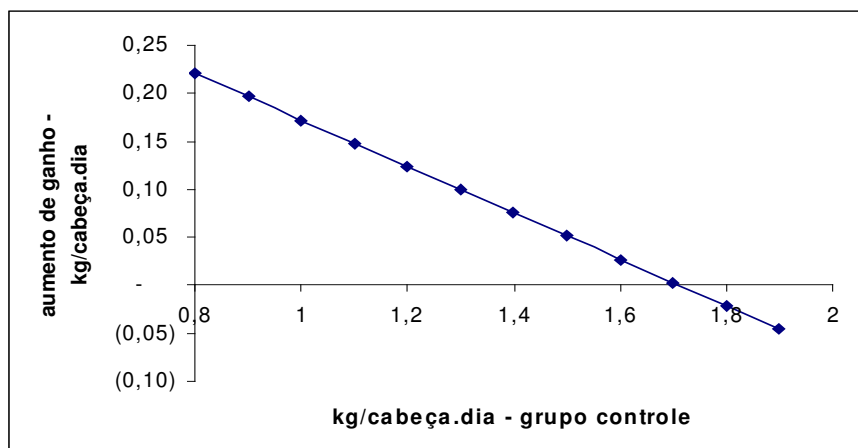


Figura 1. Aumento do ganho de peso devido ao uso de monensina para diferentes ganhos de peso do grupo controle.

Observa-se que para ganhos próximos de 1700 g/cabeça/dia não há aumento do ganho de peso.

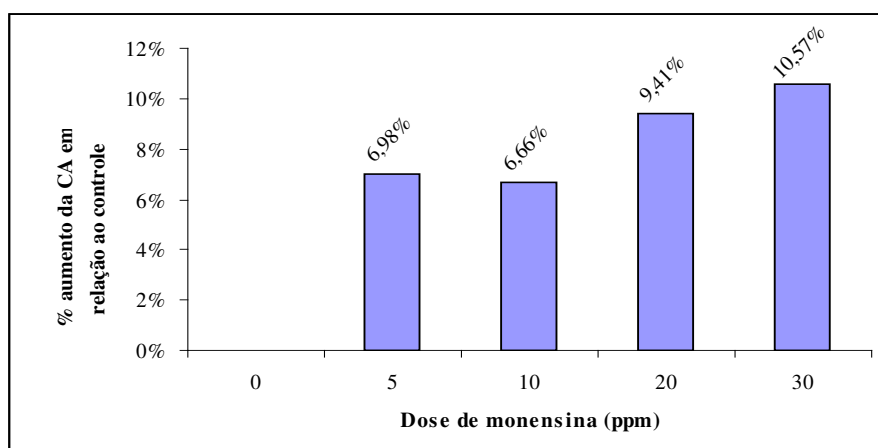


Figura 2. Resposta da conversão alimentar em relação à dosagem de monensina.

Trabalhos realizados pela Elanco Animal Health (Muller, 1995) indicam que em dosagens de 5 ppm há melhoria na conversão alimentar, entretanto nas dosagens de 20 e 30 ppm os resultados são maiores (Figura 2).

A melhor conversão alimentar é resultado de redução de consumo de matéria seca pelos animais, o qual é bem evidente para os níveis de 20 e 30 ppm de monensina na dieta (Figura 3).

Ocorrem pequenos aumentos no ganho de peso para as dosagens menores (5 e 10 ppm de monensina), entretanto para as dietas com teores maiores de monensina os ganhos de peso praticamente não se alteram em relação ao controle (Figura 4).

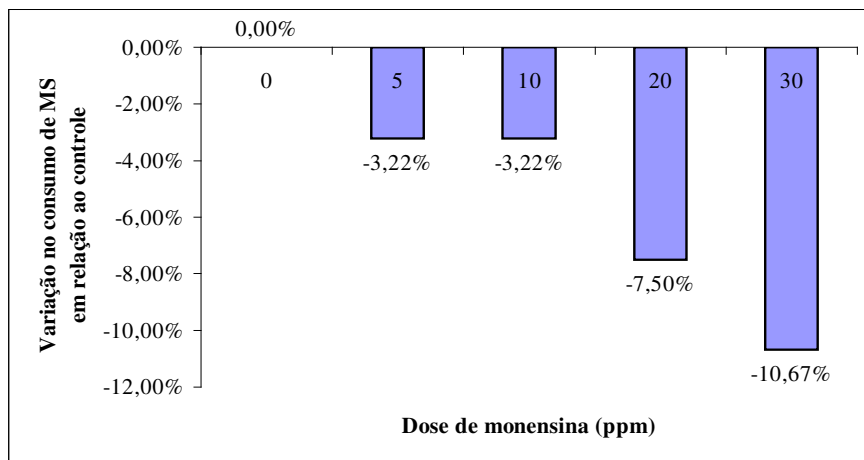


Figura 3. Resposta no consumo de matéria seca em relação à dosagem de monensina.

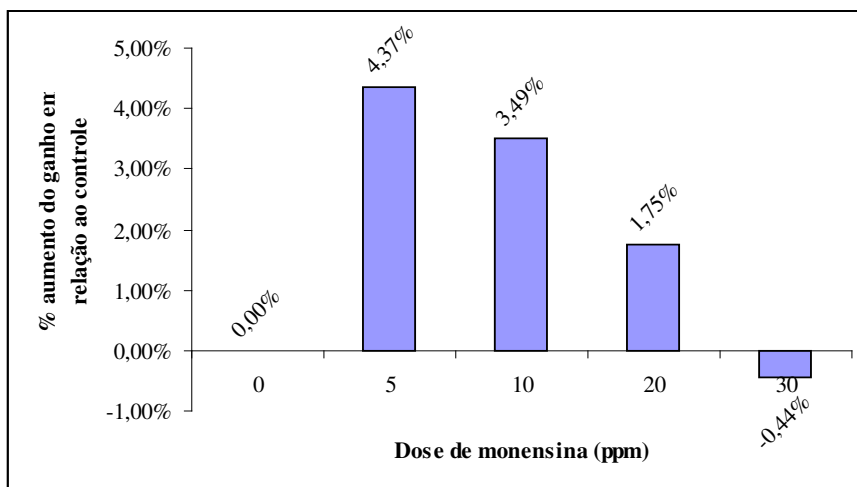


Figura 4. Resposta do ganho de peso em relação à dosagem de monensina.

Em dietas com altas proporções de volumosos, entre 80 e 90%, com a adição de 30 ppm de monensina ocorre aumento significativo de ganho de peso, na ordem de 14%. O consumo de matéria seca apresenta pequenos aumentos (3%), com isso a melhoria na conversão alimentar é muito expressiva, sendo de 15% para 12 trabalhos revisados por Potter et al. (1976) tabulados por Muller (1995) (Figura 5).

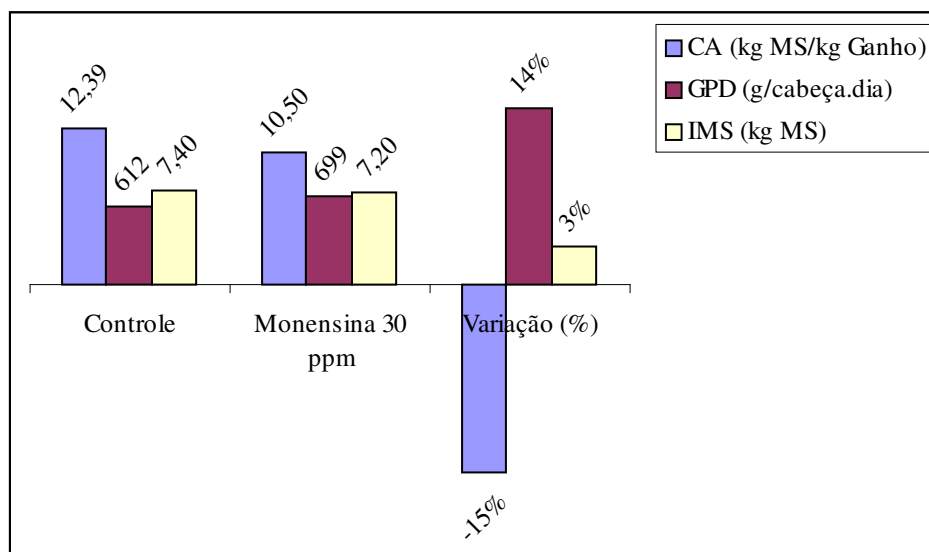


Figura 5. Conversão alimentar, ganho de peso e ingestão de matéria seca para o grupo controle em comparação com animais recebendo 30 ppm de monensina em dietas de alto teor de volumoso.

Considerando os valores de mercado atual para alguns alimentos¹ e considerando os valores de ganho de peso, consumo de matéria seca e conversão alimentar apresentados nas figuras 2, 3 e 4, simulações foram realizadas no sentido de orientar a dosagem econômica de monensina. As dietas foram feitas para animais entrando no confinamento com 330 kg e sendo abatidos com 500 kg. Considerou-se também que esses animais eram Zebuínos e castrados.

Nota-se pela figura 6 que para cenários de baixo preço de alimentos, cenário 1 e 2, onde os valores do concentrado foram considerando 40% e 20% menor que o valor atual de mercado, o custo da arroba engordada é pouca coisa menor para a dosagem de 20 ppm comparada à dosagem de 30 ppm. Já no cenário de valor do concentrado mais alto, 20% acima do preço atual de mercado, há pequena vantagem para a dosagem de 30 ppm.

¹ Cana-de-açúcar – R\$20,00, Milho – R\$350,00, Polpa cítrica – R\$170,00, Farelo de soja – R\$400,00, Núcleo mineral com uréia – R\$1000,00

Parece não haver justificativa para o uso de mais que 20 ppm de monensina. Erickson et al. (2003) testando doses de até 44 ppm de monensina indicam que não houve alterações significativas na fermentação ruminal e na frequência de alimentação dos animais quando comparado à 33 ppm. Em dieta composta por: 82% de grão, 8% de silagem, 4% de óleo e 6% de núcleo mineral não houve diferenças para ganho de peso, ingestão de matéria seca e conversão alimentar em 4 experimentos comerciais nos estados do Texas e Colorado (Stock et al., 1995).

Considerando os valores de alimentos e os cenários citados anteriormente, com o objetivo de se calcular o retorno econômico da inclusão de ionóforos em dietas de confinamento, novas simulações foram realizadas, considerando a inclusão de 20 ppm de monensina.

A avaliação econômica foi feita para os quatro cenários de preços de alimentos e para quatro proporção de volumoso na dieta (80%, 60%, 40% e 20%). Na Tabela 1 pode se observar que os melhores resultados são para as dietas de maior proporção de volumoso. As dietas com menor proporção de volumoso, por apresentarem menor aumento na conversão alimentar, apresentam resultados menores com a adição de monensina.

Nota-se também que, embora a porcentagem da resposta fora semelhante para os diferentes cenários de preços, quanto maior o valor o concentrado maior a resposta nominal da utilização da monensina (Tabela 1).

Considerando os valores atuais, ter-se-ia uma economia de R\$4,59/@ engordada para a dieta de 40% de volumoso (dieta padrão na maioria dos confinamentos comerciais do Brasil).

Para um custo de adição do ionóforo de R\$0,022/cabeça/dia, chega-se ao benefício custo de 10/1 para a dieta de menor teor de concentrado e de 7,5/1 para a dieta de maior proporção de grão.

Tabela 1. Valores de arroba engordadas em confinamento para dietas com diferentes proporções de volumosos e concentrado com ou sem a presença de monensina.

| | 1 (80% de volumoso) | 2 (60% de volumoso) | 3 (40% de volumoso) | 4 (20% de volumoso) |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Cenário 1 – valor do concentrado 40% menor que o atual | | | | |
| s/ monensina | 58,11 | 51,19 | 46,43 | 42,92 |
| c/ monensina | 51,94 | 46,89 | 43,30 | 40,60 |
| Diferença (R\$) | -6,16 | -4,29 | -3,13 | -2,32 |
| Diferença (%) | -10,6% | -8,4% | -6,7% | -5,4% |
| Cenário 2 – valor do concentrado 20% menor que o atual | | | | |
| s/ monensina | 66,00 | 60,24 | 55,91 | 52,72 |
| c/ monensina | 58,90 | 55,08 | 52,04 | 49,77 |
| Diferença (R\$) | -7,10 | -5,16 | -3,87 | -2,96 |
| Diferença (%) | -10,8% | -8,6% | -6,9% | -5,6% |
| Cenário 3 – valor atual do concentrado | | | | |
| s/ monensina | 73,53 | 69,29 | 65,14 | 62,53 |
| c/ monensina | 65,54 | 63,27 | 60,55 | 58,93 |
| Diferença (R\$) | -7,99 | -6,02 | -4,59 | -3,59 |
| Diferença (%) | -10,9% | -8,7% | -7,1% | -5,7% |
| Cenário 4 – valor do concentrado 20% maior que o atual | | | | |
| s/ monensina | 81,42 | 78,05 | 74,62 | 72,33 |
| c/ monensina | 72,50 | 71,20 | 69,29 | 68,10 |
| Diferença (R\$) | -8,92 | -6,85 | -5,34 | -4,23 |
| Diferença (%) | -11,0% | -8,8% | -7,2% | -5,8% |

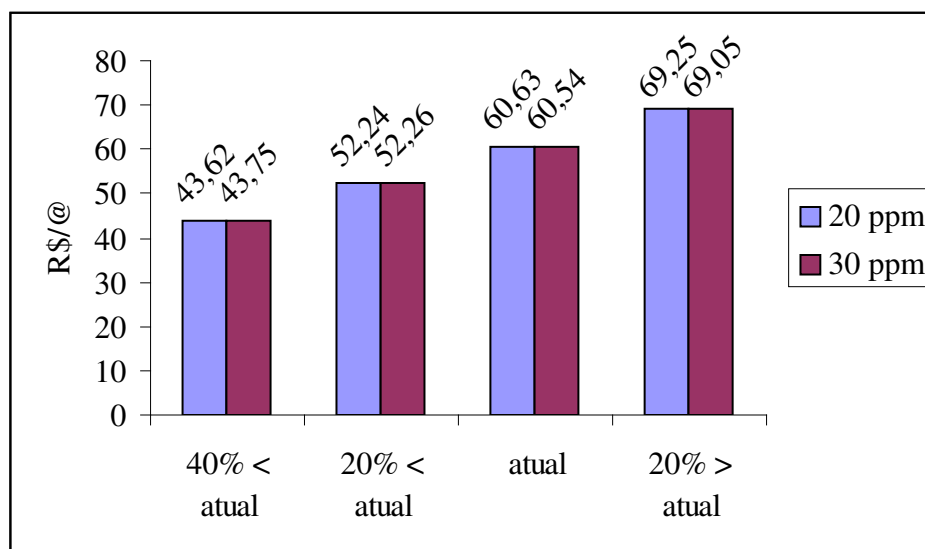


Figura 7. Valores da arroba engordada para dosagem de monensina de 20 e 30 ppm em diferentes valores de concentrado.

Os outros ionóforos, salinomicina e lasalocida, são pouco usados no Brasil para ruminantes.

A salinomicina apresenta resultados semelhantes à monensina, porém em doses menores, ao redor de 12 ppm. A salinomicina é mais tóxica que a monensina.

A lasalocida também apresenta resultados semelhantes, embora a afinidade iônica é maior para o K^+ , enquanto a monensina apresenta afinidade maior para o Na^+ . A lasalocida é mais palatável que a monensina e menos tóxica.

Spears (1990) apresenta um resumo de 15 trabalhos com lasalocida em confinamentos nos Estados Unidos (Tabela 2). Nota-se que a conversão alimentar é melhorada em 8% em relação ao controle para a dosagem de 30 ppm.

Tabela 2. Efeito da lasalocida sobre o ganho de peso, ingestão de matéria seca e conversão alimentar em animais em confinamentos com alto teor de grão.

| | Lasalocida (ppm) | | | |
|--|------------------|------|------|------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 |
| Ganho de peso (g/cabeça.dia) | 1,21 | 1,22 | 1,25 | 1,28 |
| Ingestão de matéria seca (kg/cabeça.dia) | 10,11 | 9,95 | 9,88 | 9,89 |
| Conversão alimentar (kg MS/kg ganho) | 8,62 | 8,23 | 8,20 | 7,92 |

O assunto ionóforos está em evidência nos últimos anos, isso devido à dois fatores; à proibição do uso de antibióticos para fins nutricionais na Europa e à emissão de metano pelos ruminantes.

Desse modo, desde de janeiro de 2006, os ionóforos estão proibidos de serem usados na Europa. Agora a expectativa é que haja uma proibição de uso de ionóforos para os exportadores de carne para a Europa. Isso ainda é especulação.

A justificativa para a proibição do uso de ionóforos é uma eventual resistência de bactérias aos ionóforos, podendo afetar a saúde humana. Por outro lado, há os que defende a liberação desses, por um motivo lógico, não se provou que o ionóforo pode causar resistência às bactérias e, principalmente, pelo alto benefício/custo desses aditivos.

Entretanto, um outro motivo pode ser considerado, e esse, muito atual, a redução da emissão de metano pelo ruminantes com o uso de ionóforos pode contribuir com a redução do efeito estufa.

De qualquer forma, aditivos alternativos estão sendo pesquisados para substituírem os ionóforos, total ou parcialmente. Esses serão discutidos à seguir. Vale também ressaltar os trabalhos que estão sendo realizados com a adição de óleos às dietas, também com o objetivo de redução da emissão de gases.

3. Probióticos e Prébióticos

O interesse por culturas microbianas vivas e seu extratos têm aumentado recentemente, apesar de há vários anos serem estudados como suplementos alimentares. O uso de *Saccharomyces cerevisiae* como um promotor de crescimento para ruminantes foi reportado pela primeira vez em 1925 (Eckles and Williams,1925).

Os probióticos utilizados para ruminantes são alternativas de substituição por aditivos químicos, pois são considerados suplementos alimentares compostos de culturas puras ou composta de microrganismos vivos com a capacidade de se instalar e proliferar no trato ruminal e intestinal do hospedeiro, beneficiando a saúde do mesmo.

Os microrganismos mais habitualmente utilizados como probióticos incluem várias espécies de *Bacteriodes*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Pediococcus* e *Propionibacterium*, assim como leveduras do gênero *Saccharomyces* (Cuarón, 2006). Atualmente cerca de 40 microrganismos diferentes são reconhecidos como seguros para serem utilizados nos alimentos (AAF,2004). Nesta lista incluem, na maioria, procariontes (bactérias), mas também as espécies dos eucariontes *Aspergillus* e *Saccharomyces*. Enquanto

que *Saccharomyces* é um microrganismo fornecido diretamente aos animais, o *Aspergillus* é utilizado principalmente como uma fonte de enzimas (Cuarón, 2006).

Segundo Arcuri et al. (2006), os prováveis mecanismos de ação dos probióticos no ambiente ruminal são: alteração no número de bactérias ruminais, nas condições de anaerobiose do rúmen, no pH ruminal e na digestibilidade da fibra.

As leveduras são reconhecidas como fontes ricas em vitaminas, aminoácidos, proteínas e outros co-fatores importantes que as tornam atraentes como auxiliares da digestão e uma fonte básica de nutrientes. Possuem a característica de manter suas atividades metabólicas em condições de anaerobiose, secagem, aquecimento e condições de pH baixo o que torna viável seu emprego na dieta de ruminantes. Certas cepas de leveduras dentro do rúmen possuem características desejáveis ao animal, pois a inclusão destas leveduras vivas na dieta incrementam a população bacteriana ruminal, que têm a capacidade de alterar a atividade metabólica específica do rúmen, proporcionando o aumento da proteína microbiana, melhor digestão da celulose e a maior utilização do ácido lático. A *Saccharomyces cerevisiae* possui grande afinidade por oxigênio, retirando-o do rúmen, melhorando as condições para os microrganismos anaeróbios.

Com a inclusão de leveduras na dieta animal ocorre redução da concentração de amônia ruminal, devido a utilização da amônia pelos microrganismos. As leveduras têm ação estimulante sobre determinados microrganismos ruminais favorecendo o aumento de sua população, ocorrendo portanto maior incorporação da amônia na proteína microbiana, explicando o decréscimo na concentração de amônia no rúmen. Esse aumento na síntese de proteína pode ser importante para suprir as necessidades de aminoácidos específicos para animais em crescimento ou de alta produção.

Animais alimentados com dietas ricas em concentrados, as culturas de leveduras podem ter um papel importante no controle da fermentação ruminal pois as altas concentrações de ácido lático e diminuição do pH ruminal resultam muitas vezes em quadros de acidose. A suplementação com leveduras nessa situação tende a diminuir as concentrações de ácido lático no rúmen e manter o pH ruminal em uma faixa próxima ao ideal.

A estimulação de estirpes de bactérias utilizadoras do ácido lático contribuem para evitar a queda brusca de pH ruminal logo após a ingestão, com o pH moderado pode se favorecer outros grupos de microrganismos que são sensíveis às condições ácidas no rúmen como as bactérias celulolíticas. O aumento no número de bactérias do rúmen (especialmente celulolíticas) é o efeito mais comum da suplementação de levedura (Newbold et al, 1995). Com um pH ideal ocorre o aumento das bactérias celulolíticas no rúmen resultando num

aumento das atividades digestivas proporcionando um possível aumento na produção de ácidos graxos voláteis, sem porém, alterar a sua proporção, melhorando o aspecto nutricional do animal.

Segundo o grupo Lesaffre (Safnews, 2002), o maior produtor de leveduras vivas do mundo, existem milhares de cepas diferentes de *Saccharomyces cerevisiae*, sendo a maioria delas selvagens, que habitam o nosso redor. Cada uma delas tem um substrato de sua preferência. Existem as que trabalham na fermentação alcoólica, onde a capacidade de adsorver bactérias é uma qualidade indesejável, as de panificação, onde procura-se ativação o mais rápido possível e a produção de CO₂ para provocar o crescimento da massa. E, temos as que foram selecionadas para uso na alimentação animal. Portanto, o uso de uma levedura originária da indústria de panificação não é a mais indicada para a alimentação animal, como assim também, não são direcionadas a produção de álcool.

No mercado existem vários tipos de probióticos, com diferentes cepas e concentrações. Na tabela 03 seguem alguns destes produtos.

Tabela 3 – Relação de probióticos existentes no mercado nacional.

| Nome Comercial | Fabricante | Cepas/ Composição | Concentração | Nível sugerido de uso |
|----------------|------------|---|--|---|
| Yea –Sacc | Alltech | S. cerevisiae cepa 1026 | 5 x 10 ⁸ UFC/Kg | Cria e Recria- 20 a 50 g/animal.dia Pré-parto- 50 g/animal.dia por 21 dias Pós-parto- 50 g/animal.dia nas 3 primeiras semanas |
| Beef- Sacc | Alltech | S. cerevisiae Levedura de Cromo Levedura de Selênio | 5 x 10 ⁶ UFC /Kg 300 ppm 50 ppm | 1 g/100 Kg PV ao dia |
| Biosaf | Lesaffre | S. cerevisiae | 1 x 10 ¹⁰ UFC /Kg | 1 g/100 Kg PV ao dia |
| Procreatin | Lesaffre | S. cerevisiae | 1 x 10 ¹⁰ UFC /Kg | Confinamento: com a presença de ionóforos 5 g/animal.dia Sem a presença de ionóforos 10 g/animal.dia A pasto: 0,5 a 1 g/animal.dia Semi-confinamento: 2 a 3 g/animal.dia |
| Levucell LC | Lallemand | S. cerevisiae | 2 x 10 ¹⁰ UFC /Kg | 0,5 g/animal /dia |
| Proenzime | Embraupec | Amilase Celulase Protease Lipase Pectinase L.Acidophilus E. Faecium Bifedobacterium Thermoplhilum B.Longum Zinco | 912790 UFC/Kg 49340 UFC/Kg 121350 UFC/Kg 37005 UFC/Kg 24670 UFC/Kg 2.220.000.000 UFC/Kg 2.220.000.000 UFC/Kg 2.220.000.000 UFC/Kg 2.220.000.000 UFC/Kg | 3 a 4 g/ animal.dia |

| | | 7500 mg | | |
|--------------------|-------------|---------------------------|-----------------------------|--|
| Bioplus 2B | Chr. Hansen | B. lichenformis CH 200 | 1,6 x 10 ⁹ UFC/g | 0,1 g/animal.dia |
| | | B. subtilis CH 201 | 1,6 x 10 ⁹ UFC/g | |
| | | Salmonella sp | < 25/g | |
| | | Coliformes | < 10 ³ /g | |
| | | Bacillus cereus | < 10 ⁴ /g | |
| | | Levedura e fungos | < 10 ⁴ /g | |
| Biocampo Probiotic | Biocampo | Bifidobacterium | 1,1 x 10 ⁸ UFC/g | 7,0 g/animal.dia |
| | | bifidum | 0,7 x 10 ⁸ UFC/g | |
| | | Enterococcus faecium | 1,1 x 10 ⁸ UFC/g | |
| | | Bacillus subtilis | 1,6 x 10 ⁸ UFC/g | |
| | | Lactobacillus acidophilus | | |
| Milk –Sacc | Alltech | S. cerevisiae | 5 x 10 ⁸ UFC/Kg | Cria e Recria- 20 a 50 g/ animal.dia Pré-parto- 50 g/animal.dia por 21 dias Pós-parto- 50 g/animal.dia nas 3 primeiras semanas |
| | | Zinco | 12.000 mg | |
| | | Cobre | 2.000 mg | |
| | | Selênio | 20 mg | |
| | | Cromo | 40 mg | |

Algumas empresas fornecedoras defendem que a especificidade da cepa de leveduras é o que diferenciam os produtos, não dando muita relevância na concentração (unidades formadoras de colônia/Kg). Não há tabelas no Brasil das exigências animal em se tratando de probióticos, portanto as empresas estipulam a quantidade a ser fornecida/ animal.dia, de acordo com seus princípios técnicos.

A resposta de bovinos à suplementação com leveduras é influenciado por uma série de fatores, como tipo de forrageira, proporção de concentrado na dieta, bem como o período e nível de suplementação (Embrapa, 2001).

A Tabela 04 mostra uma referência européia das “exigências” de levedura/cab.dia, de acordo com os produtos comerciais.

Tabela 4 – Exigências em unidades formadoras de colônia/ Kg MS para diferentes produtos comercializados na Europa e para diferentes categorias animal.

| | Yea-Sacc ¹⁰²⁶ | Levucell | Biosaf | Biosprint |
|---------------|---------------------------------|-----------------|---------------|------------------|
| Gado Leiteiro | 5 x 10 E7 | 40 x 10 E7 | 40 x 10 E7 | 120 x 10 E7 |
| Gado de Corte | 1.7 x 10 E8 | 5 x 10 E8 | 40 x 10 E8 | 90 x 10 E8 |
| Bezerros | 2 x 10 E8 | - | - | - |

Fonte: Alltech do Brasil (comunicação pessoal)

De acordo com as empresas fornecedoras de leveduras, o ganho de peso médio adicional que as leveduras promovem varia de 7 a 15% em confinamento.

Suponhamos que um animal consumindo uma dieta sem probióticos esteja ganhando em média 1,2 Kg/dia no confinamento, em 90 dias ele ganhará 3,6@, com rendimento de

carcaça de 50%. Se este estiver consumindo uma dieta com probiótico passará a um ganho de 3,85@ (considerando 7% de ganho adicional).

Considerando que o consumo de probiótico seja de 10 g/cabeça.dia (1×10^{10} UFC/g), incluso em 2% em um núcleo de confinamento cujo consumo seja de 500 g/cabeça.dia, e que o preço médio deste probiótico seja de R\$8,50 /kg, o custo adicional por animal em 90 dias será de R\$ 7,65/cab. Vamos exemplificar o cálculo estimando um valor pago pela arroba de R\$55,00 assim, com o ganho de peso adicional de 0,25 @/cabeça no período, o ganho será de R\$13,75, então o benefício por cabeça será de R\$6,10. Portanto, o retorno será de R\$1,79 para cada R\$1,00 investido.

Prebióticos geralmente se referem a complexos de hidratos de carbono não digeríveis, que podem servir como fontes de nutrientes para a microbiota intestinal, esperando que favoreçam o crescimento de bactérias benéficas.(Cuarón, 2006). Esses complexos são oligossacarídeos, sendo que os compostos mais utilizados são os mananoligossacarídeos (MOS), obtidos da parede externa da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (Saf do Brasil, 2007), e os frutoligossacarídeos (FOS) que são encontrados em certas plantas (Roberfroid,1996).

Os Prebióticos não são digeridos por enzimas, sais e ácidos produzidos pelo organismo animal, mas seletivamente fermentados pelos microrganismos do trato gastrointestinal (TGI) que podem estar presentes nos ingredientes da dieta ou adicionados a ela por meio de fontes exógenas concentradas. (Gibson & Roberfroid,1995; Roy e Gibson,1998).

Atualmente esses compostos vêm sendo utilizados como alternativa aos promotores de crescimento com o objetivo de manter o equilíbrio benéfico da microbiota intestinal, especialmente em animais jovens ou em iminente condição de estresse (Ciência Rural, 2003).

No mercado de aditivos, a maioria das empresas direcionam os probióticos para ruminantes e também para monogástricos, enquanto que os prebióticos geralmente fazem parte da linha de produtos apenas para animais monogástricos.

4. Minerais Orgânicos

O interesse por fontes orgânicas de minerais a serem utilizadas na suplementação de ruminantes e não ruminantes vem aumentando nos últimos anos. Segundo a Embrapa, estudos com minerais orgânicos ou quelatados têm sido desenvolvidos com a finalidade de garantir a absorção do mineral no trato intestinal, sem entrar no processo de competição iônica (pressão

iônica da mucosa intestinal), normalmente pela presença de maior concentração dos íons minerais.

Algumas empresas de suplementos minerais vêm incluindo em suas formulações, minerais na forma orgânica, mas não os descrevem como componentes da formulação, fato este explicado pela falta de dados na literatura sobre os efeitos adversos no organismo animal pelo uso prolongado, caso este facilmente observado pelo cromo (Bertipaglia, 2005).

Minerais sob a forma de sais orgânicos são geralmente ionizados no estômago e absorvidos no duodeno, onde o pH ácido determina sua solubilidade. Para a absorção são ligados à proteínas e incorporados pela membrana das células da mucosa intestinal (Ashmed, 1993). Por outro lado, os minerais quelatados são absorvidos no jejuno, atravessam as células da mucosa e passam diretamente para o plasma. A separação do aminoácido quelante dá-se no local onde o mineral metálico é utilizado (Ashmed, 1993).

Embora muitos trabalhos tenham demonstrado que elementos traços na forma orgânica melhoram o desempenho dos animais, pouco se sabe sobre o caráter físico destes compostos orgânicos e sobre os processos fisiológicos envolvidos, que compreendem do comportamento no trato digestivo à absorção e utilização pelos tecidos (Holwerda et al., 1995).

Segundo Arthington 2004, a teoria por trás dos benefícios dos minerais orgânicos se baseia no conceito de que muitos nutrientes minerais orgânicos se ligam a um fixador orgânico no intestino delgado, antes da absorção. Com a administração de uma fonte mineral já ligada a um fixador orgânico, pode-se aumentar a eficiência da absorção (biodisponibilidade). Além disso, pode haver muitos antagonismos entre minerais no aparelho digestivo antes da absorção. Esses antagonismos podem criar um composto de alto peso molecular que torna o mineral indisponível para absorção. Na “teoria” dos minerais orgânicos, essas interações antagônicas entre os minerais são menos prováveis, pois o mineral orgânico já está ligado a um veículo orgânico.

Santos (2006), comenta que a biodisponibilidade do zinco em formas orgânicas é similar ou pouco superior àquela do sulfato ou do óxido de zinco. Quando fornecidas na dieta de garrotes em confinamento com a mesma concentração de Zn, as formas orgânicas não melhoraram o ganho de peso ou a conversão alimentar, mas podem melhorar a resposta imune. Por outro lado, quando a concentração de zinco na dieta foi aumentada com a adição de zinco-metionina, observou-se uma melhora no desempenho de bovinos em confinamento, o que pode ter sido devido apenas ao maior consumo de zinco, e não propriamente à fonte fornecida.

Os minerais quelatados ainda não tiveram suas eficácias comprovadas, e na maioria das vezes oneram demasiadamente o custo com suplementação sem retorno em desempenho animal no Brasil. A Tabela 5 apresenta a variação de custo comparativo entre alguns elementos minerais na forma orgânica e inorgânica.

Tabela 5. – Variação de custo de alguns minerais na forma orgânica e inorgânica disponíveis no mercado nacional.

| Elemento | Custo / Kg do elemento | |
|-----------------|-------------------------------|-------------------|
| | Orgânico | Inorgânico |
| Cálcio | 107,00 – 226,00 | 0,24 – 0,27 |
| Magnésio | 117,00 – 303,00 | 1,04 – 3,58 |
| Cobre | 283,00 – 451,00 | 12,40 – 14,00 |
| Zinco | 137,00 – 1.096,00 | 4,85 – 6,28 |
| Manganês | 183,00 – 3.570,00 | 1,72 – 4,04 |
| Cromo | 571,00 – 3.169,00 | 17,30 – 24,50 |

Muitos experimentos têm mostrado a maior biodisponibilidade de minerais, quando fornecidos na forma quelatada, da ordem de 20 a 70% superior, quando comparada com a forma inorgânica (Mello, 1998) (Tabela 6).

Tabela 6.-Biodisponibilidade de diferentes minerais quando na forma orgânica ou inorgânica.

| Elemento mineral | Forma orgânica | Forma inorgânica |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Cálcio | 92 – 96 % | 22 – 53 % |
| Magnésio | 85 – 94 % | 26 – 48 % |
| Ferro | 87 – 94 % | 15 – 35 % |
| Zinco | 91 – 98 % | 15 – 29 % |
| Cobre | 86 – 92 % | 27 – 40 % |
| Cobalto | 85 – 89 % | 30 – 36 % |
| Manganês | 83 – 87 % | 12 – 24 % |

Adaptada de Baruselli, 1999.

Entretanto, existem dúvida quanto à eficiência do uso de minerais orgânicos:

- O uso de maiores quantidades de minerais inorgânicos, com menor biodisponibilidade, não seria suficiente para atender as exigências dos animais?
- A dosagem inferior utilizada do mineral orgânico frente à sua biodisponibilidade em dietas para animais é um dos fatores que contribuem para a redução na contaminação ambiental. Isso é importante para condições tropicais?

5. Tamponantes

Grandes quantidades de ácidos orgânicos são produzidos no rúmen durante a fermentação microbiana, principalmente os ácidos graxos voláteis de cadeia curta, como o acético, o propiônico e o butírico.

O pH ruminal é uma função das taxas de produção e de absorção de AGV, taxa de passagem, neutralização e tamponamento de íons hidrogênio.

O ácido láctico, que também é produzido por bactérias ruminais e tem grande influência sobre o pH abaixo de 5. Se não fossem pelos sistemas naturais de tamponamento do animal, a produção destes ácidos graxos voláteis poderiam levar a um pH ruminal ao redor de 3,0. Quando o pH ruminal se eleva ou cai abaixo do intervalo ideal, que é de 6,2 a 6,8, os microrganismos ruminais tornam-se ineficientes. Valores de pH inferiores a 6,2 inibem a taxa de digestão e aumentam o tempo de colonização para a degradação da parede celular (Van Soest, 1994). Além disso, com a diminuição do pH ruminal há uma redução do apetite, da motilidade ruminal, produção microbiana e digestão da fibra.

A produção diária total de ácidos pela fermentação é determinada principalmente pela ingestão de matéria orgânica (MO) e pela proporção dessa degradada no rúmen (MODR). Entretanto, a variação do pH ruminal em um mesmo dia, pode ser bastante grande, sendo determinada pela composição da dieta, nível de produção e sistemas de arraçoamento. Muitas vezes o pH ruminal diminui após as refeições e muitas vezes aumenta durante os ciclos de ruminação. A diminuição que se segue às refeições é devida à produção de ácidos pela fermentação da MO consumida, enquanto que o aumento durante a ruminação é geralmente atribuído à secreção de tampões na saliva.

Portanto, o pH ruminal deve ser considerado como um sistema dinâmico e espera-se que a minimização das flutuações nos valores de pH ruminal permita uma maior ingestão de energia, produção de proteína microbiana e melhor saúde animal. Pode-se considerar que estes fatores são determinantes para uma adequada resposta em desempenho animal de uma dieta elaborada e proposta para um sistema de bovinos confinados.

De maneira geral os ruminantes possuem três meios básicos de tamponamento do pH ruminal: pela ingestão ou produção de ácidos pelos microrganismos do rúmen, pelo tampão natural da saliva e por adição de tampão à dieta (Eroman et al. 1982).

Em situações onde os sistemas tamponantes, principalmente o fluxo salivar, são insuficientes, os tampões teriam a função de neutralizar o excesso de ácidos produzidos no rúmen.

Tampões são compostos quimicamente definidos como a combinação de um ácido fraco e sua base correspondente e que funcionalmente são substâncias que resistem às mudanças na concentração de íons hidrogênio (pH). Além disso, devem ser solúveis em água e seu pKa deve ser próximo do pH fisiológico do rúmen. Neste sentido o bicarbonato de sódio pode ser considerado como um verdadeiro tampão com um pKa de 6,25 (Hutjens, 1991).

Os aditivos mais utilizados como tampões incluem bicarbonato de sódio, carbonato de cálcio e óxido de magnésio. Porém, o carbonato de cálcio não parece ter efeito tamponante, como pode ser observado na tabela 7. Contudo, pode melhorar a digestão intestinal do amido por aumentar o pH no intestino delgado (Hutjens, 1991). Efeito semelhante pós rúmen pode ser obtido com o óxido de magnésio que proporciona um meio mais favorável para a atividade da α -amilase pancreática. (Ensminger et al, 1990) Além disso, tamponantes combinados com óxido de magnésio aumentam o volume ruminal e o desaparecimento da digesta.

Entretanto, deve-se avaliar cuidadosamente todos esses compostos, porque segundo Russell e Chow, 1993, a ação dos tampões no rúmen seria explicada pelo aumento na ingestão de água, aumento na taxa de passagem de líquidos e no escape ruminal dos carboidratos solúveis, diminuindo a produção ruminal de lactato e propionato, principalmente.

Na Tabela 7 são apresentados as principais influências dos tampões sobre a fermentação ruminal.

Tabela 7.- Influência dos compostos tamponantes sobre a fermentação ruminal.

| Itens | Compostos Tamponantes | | |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------|-----|
| | NaHCO ₃ | CaCO ₃ | MgO |
| pH ruminal | ↑ | 0 | ↑ |
| Taxa de passagem de líquidos | ↑ | 0 | ?0 |
| Concentração de AGV | ↑0 | 0 | ?0 |
| Acetato/Propionato | ↑ | 0 | ↑ |
| Digestão de fibra | ↑ | ?0 | ↑ |
| Digestão de amido | ?↓ | ?0 | ?↓ |
| Degradação da proteína | ?0 | 0 | ?0 |
| Síntese de proteína microbiana | ?↑ | 0 | ?0 |

↑ - aumento; ↓ - diminui; 0 – sem variação; ? – não conhecido, mas possível.

Fonte: Adaptada de Nagaraja et al. (1997).

Em dietas de altos grão, a produção de saliva, veículo dos agentes naturais dos ruminantes, influenciada pelo tipo e quantidade do alimento ingerido, é diminuída pela redução do tempo de ruminação (Emerick, 1975).

Dietas com menos de 40% de forragem (20% FDN), um baixo crescimento microbiano é observado. Durante a adaptação à dietas com altos teores de concentrado, o pH exerce uma pressão seletiva sobre os microrganismos sensíveis à este. Quando o pH cai, bactérias amilolíticas e resistentes à acidez aumentam, enquanto microrganismos celulolíticos diminuem. Com isso, a inibição da digestão da fibra pode ser um problema na adaptação à dieta mais concentrada.

Rações de alto nível energético, com alto teor de grãos e baixo teor de fibras resulta em menos mastigação. Desta forma, o bovino produz menos saliva, diminuindo assim a diluição do conteúdo ruminal e sua capacidade natural de tamponamento.

Desse modo, a concentração de ácidos ruminais é menor em dietas à base de forragens em relação às dietas de alta proporção de concentrado (Berchielli, 2006).

A duração e intensidade da ruminação é grandemente determinada pelo nível e forma da fibra ingerida. De maneira geral a fibra fermenta mais lentamente do que o amido e tem um tempo de retenção no rúmen mais longo. Por outro lado, grãos, quanto mais finamente moídos, fermentam e passam rapidamente pelo rúmen. Além do teor de FDN na dieta, deve-se atentar ao comprimento de partícula. Ou seja, as fibras fisicamente efetivas, especialmente as provenientes de forragens, podem prevenir acidose e reduzir as flutuações no pH, não apenas por estimular a mastigação e o fluxo de tampão salivar, mas também pela manutenção do pool da digesta ruminal, além de promover a motilidade ruminal (Allen, 2005).

Resultados obtidos por Silveira et al. (2005) com novilhos Red Angus alimentados com feno de tifton, mostraram que em dietas com alta proporção de volumoso a adição tanto do calcário calcítico quanto o bicarbonato de cálcio na proporção de 1,24% do concentrado na base úmida não apresentou diferenças significativas sobre o consumo de matérias orgânica e digestibilidade. Provavelmente pelo alto consumo de volumoso e a conseqüente alta produção de saliva.

Sendo assim, o uso de tamponantes é benéfico no início de confinamento, em dietas contendo alto teor de grãos, na adaptação de bovinos à novas dietas, no uso de silagem de milho e de grãos com alta umidade.

Em dietas com volumoso de fibra de qualidade inferior ou com tamanho médio de partícula muito reduzido (<10 mm), como é o caso do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolizado, o nível de 1,4% de bicarbonato na matéria seca proporciona maior valor de degradabilidade da dieta. (Bergamaschine et al., 1997)

Nas tabelas 8 e 9 seguem as recomendações de uso de destes tamponantes.

Tabela 8.- Recomendações de uso de tamponantes em g/cab./dia para vacas em lactação.

| Itens | Quantidades (g/dia) |
|----------------------|------------------------------|
| Bicarbonato de sódio | 110 – 225 |
| Óxido de magnésio | 50 – 90 |

Fonte: Adaptada de Hutjens (1991).

Tabela 9.- Recomendações para uso de tamponantes em % na matéria seca para animais em terminação.

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

Fonte: Stock & Mader (1998)

Considerando que com a utilização do bicarbonato de sódio, ocorre elevação do pH, aumento da taxa de esvaziamento e passagem ruminal, e de que o óxido de magnésio possui efeito alcalinizante no intestino, melhorando a digestibilidade principalmente do amido, a associação destes dois aditivos torna-se interessante para uma melhora na performance animal de bovinos confinados.

Esta melhora na performance animal pode ser atribuída a um aumento na ingestão de matéria seca, em média, de 2% com a adição de Bicarbonato de Sódio e um aumento de até 5% em ganho de peso (Stock & Mader,1998).

Dessa forma, nos exemplos de dietas da tabela 10, onde foi considerado um bovino inteiro com peso de entrada no confinamento de 385 kg e abate com 510 kg, pode-se verificar que a inclusão dos tamponantes, bicarbonato de sódio e óxido de magnésio, com os prováveis efeitos em aumento de consumo de matéria seca e ganho de peso, foi pouco significativo em relação ao custo da dieta. Sendo que, o valor da @ engordada, com o uso dos tamponantes, foi ligeiramente menor.

Tabela 10.- Exemplos de dietas para bovinos confinados em terminação.

| Alimentos | Custo Alimentos | Dieta 1 | Dieta 2 |
|---------------------------------|------------------------|----------------|----------------|
| Silagem de Milho (kg) | 60,00 | 13,00 | 13,22 |
| Milho (kg) | 300,00 | 1,80 | 1,82 |
| Farelo de Algodão (kg) | 380,00 | 0,60 | 0,61 |
| Polpa Cítrica (kg) | 220,00 | 3,25 | 3,29 |
| Caroço de Algodão (kg) | 200,00 | 0,85 | 0,86 |
| Uréia (kg) | 850,00 | 0,15 | 0,15 |
| Núcleo Tamponante (kg)* | 800,00 | | 0,10 |
| Núcleo Mineral (kg) | 1300,00 | 0,04 | 0,04 |
| Total (kg) | | 19,69 | 20,08 |
| Ganho de peso (kg/cab./dia) | | 1,300 | 1,365 |
| Rendimento (%) | | 52 | 52 |
| Período para engordar 1@ (dias) | | 22 | 21 |
| Período (dias) | | 92 | 88 |
| Custo/cab.dia (R\$) | | 2,61 | 2,73 |
| Custo/@ engorda(R\$) | | 57,97 | 57,60 |

* Núcleo Tamponante: 60% de bicarbonato de sódio + 40% de óxido de magnésio.

Além dos benefícios citados, o uso de tamponantes torna-se interessante no sentido de prevenir distúrbios metabólicos como acidoses e laminites em animais confinados, reduzindo assim, a mortalidade animal.

Acidose láctica é uma doença metabólica aguda, causada pela rápida ingestão de grande quantidade de grãos ou outros alimentos altamente fermentáveis no rúmen. É caracterizada pela apatia e falta de apetite, podendo levar o animal à morte.

Todas as categorias animais podem ser afetadas por essa enfermidade, sendo mais comum nos períodos iniciais do processo de engorda, quando ocorre rápida mudança para a dieta de terminação (alta densidade energética).

A ocorrência de rumenite, laminite e abscessos hepáticos são seqüelas comuns da acidose láctica. A formação de abscessos vai ocorrer devido ao comprometimento da mucosa ruminal, possibilitando a entrada de bactérias na corrente sanguínea.

Nos casos mais graves, os animais apresentam apatia, prostração, cegueira e incoordenação, podendo levar à morte nas primeiras 48 h, ou lenta recuperação quase sempre acompanhada de laminite. Alguns animais podem apresentar melhoras temporárias, voltando a adoecer gravemente após alguns dias, provavelmente devido a uma rumenite aguda que progride para um quadro de peritonite generalizada, com a morte do animal.

A Laminite que se caracteriza por um processo inflamatório agudo das estruturas da parede do casco está normalmente associada à dietas com altos teores de concentrado, porém

pode também estar associada a fatores genéticos, idade, umidade, tipo de piso e quadros de toxemia.

Portanto, a utilização de tamponantes além de viável economicamente na maioria das situações onde se busca diferenciados desempenhos, também se mostra como uma medida eficaz na prevenção da ocorrência de problemas metabólicos em bovinos confinados com grande quantidade de grãos na dieta.

6. Ácidos Orgânicos e Bacteriocinas

Os principais ácidos orgânicos atualmente adicionados à dieta de bovinos e testados sobre a fermentação ruminal são o ácido málico, ácido fumárico, ácido succínico e o ácido propiônico. O malato principalmente, altera de maneira favorável a fermentação ruminal através do aumento nas concentrações de acetato, butirato e ácidos graxos voláteis totais, ocasionando um aumento do ganho de peso diário e melhor conversão alimentar de bezerros em crescimentos alimentados com rações concentradas contendo esses ácidos (Martin, 1998).

Onde há alta concentração de carboidratos prontamente fermentáveis, o lactato pode se acumular e diminuir o pH ruminal. Com o pH abaixo de 5,9, ocorre diminuição do crescimento de bactérias celulolíticas, decrescendo a digestão da fibra e a taxa de passagem. Evidências mostram que a adição de ácidos orgânicos (malato, fumarato e aspartato) em meio rico em lactato estimula o desenvolvimento da bactéria *Selenomonas ruminantium*. Esta bactéria apresenta vantagens em relação aos outros microrganismos, sobrevive no rúmen por ser capaz de fermentar diferentes carboidratos solúveis e de utilizar o lactato, retardando assim o aparecimento de problemas metabólicos no animal.

Os ácidos orgânicos são considerados seguros para serem usados como aditivos nas dietas de bovinos, sendo uma alternativa aos antibióticos utilizados atualmente por criarem um ambiente favorável ao desenvolvimento de microrganismos probióticos. Quando incorporados nas rações, podem exercer diferentes funções como pode ser visto na tabela 1.

A maioria dos estudos com suplementação de ácidos orgânicos utilizam o malato como aditivo por este ter demonstrado maiores resultados na tentativa de manipular a fermentação ruminal. Nos Estados Unidos, dosagens de fornecimento em torno de 40 a 80g/animal/dia possuem um alto custo, ao redor de U\$ 0,09 a 0,18/animal/dia (Streeter et al., 1994), tornando viável a utilização destes compostos em confinamento apenas durante o período de adaptação à dieta com alto concentrado, mantendo equilibrado o pH ruminal e evitando problemas de acidose subclínica. A inclusão deste aditivo durante todo o período de

crescimento animal só se torna vantajosa quando as condições de mercado forem bastante favoráveis.

Algumas forragens, como alfafa e tifton, possuem uma elevada proporção destes ácidos orgânicos em suas composições, tornando-se uma importante ferramenta a ser utilizada para beneficiar a fermentação ruminal e assim alcançar maiores níveis de produção. Entretanto, essas forragens, além de geralmente não serem adotadas como volumosos nos confinamentos brasileiros, se tornam enviáveis economicamente devido ao seus custos de produção.

Novos estudos biotecnológicos têm difundido a utilização de Bacteriocinas na dieta de bovinos, que são peptídeos antimicrobianos que atuam sobre a membrana plasmática bacteriana, principalmente de bactérias gram-positivas, e que causam morte das células por formar poros na membrana, possibilitando a saída de componentes citoplasmáticos (Mantovani et al., 2006).

Dentre as relações que ocorrem no ecossistema ruminal, o antagonismo entre os microrganismos são conhecidos e comprovados através da presença de alguns compostos que causam a morte celular ou inibem o desenvolvimento da espécie, como a bacteriocina. As bacteriocinas produzidas por algumas bactérias ruminais, principalmente as bactérias lácticas, possuem ação antimicrobiana semelhante à dos antibióticos ionóforos, selecionando os microrganismos resistentes a esses compostos (Mantovani et al., 2006).

No entanto, ao contrário dos ionóforos, a suplementação com bacteriocinas são consideradas seguras para serem usadas como aditivos em alimentos. Por ser uma tecnologia pouco difundida, há ainda a necessidade de maiores estudos sobre dosagens utilizadas e seus efeitos benéficos sobre o desempenho animal, para assim ser mais explorada futuramente.

7. Enzimas

Enzimas são proteínas de alta complexidade molecular, que sob condições específicas de umidade, temperatura e pH atuam sobre os substratos também específicos. Estão presentes em todas as reações biológicas, agindo como um catalisador, acelerando e possibilitando uma reação. As enzimas, principalmente celulasas e xilanasas, podem ser obtidas de extratos da fermentação de bactérias e fungos, e através da produção de plantas/bactérias ruminais transgênicas contendo enzimas. (Medeiros & Lanna, 1999).

Uma das vantagens de se utilizar este aditivo é que, ao completar o ciclo da reação, a molécula de enzima não perde a atividade, voltando a atuar sobre uma nova reação da mesma

forma. Por esta razão, as quantidades de enzimas requeridas são muito pequenas para incorporação na dieta de bovinos.

O aproveitamento de alimentos fibrosos pelos ruminantes está relacionado à síntese e secreção de enzimas pelos microrganismos do rúmen, incluindo bactérias, fungos e protozoários, acelerando a fermentação destes compostos presentes na dieta através da utilização de enzimas denominadas hidrolases: celulase, xilase, celobiase etc. Apesar da habilidade dos microrganismos ruminais em digerir a celulose e outros carboidratos fibrosos, fatores relacionados à estrutura e composição da planta (particularmente os componentes da parede celular) e os aspectos relacionados ao animal (mastigação, salivagem e pH ruminal) podem limitar a extensão da digestão no rúmen, por representarem uma barreira física aos processos fibrolíticos. Outra função desta técnica seria superar os efeitos de fatores anti-nutricionais que podem existir na dieta, como os inibidores de proteases e amidases, fitato e o gossipol.

Enzimas fibrolíticas podem alterar a utilização dos alimentos pelos ruminantes por meio de efeito direto sobre a fibra (Feng et al., 1996) ou pelo aumento da digestão ruminal e/ou pós-ruminal (Hristov et al., 2000), ocorrendo sinergismo com os microrganismos do rúmen. De fato, estas formas de ação estariam interligadas, de modo que as alterações ocasionadas pelas enzimas antes do consumo refletiriam nas digestões ruminal e pós-ruminal dos nutrientes (McAllister et al., 2001).

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

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

Confirmando isso, Rode et al. (1999) forneceram uma mistura de enzimas junto ao concentrado, adicionando 1,3g/kg de matéria seca da dieta total composta por uma mistura de silagem de milho, feno e concentrado, mas não verificaram aumento no consumo de matéria seca. Entretanto, encontraram um aumento de 12% na digestibilidade da matéria seca, 20% do FDN, 32% do FDA e 13% da proteína bruta no tratamento com enzimas.

Fornecendo dieta de alto grão suplementada com enzimas para animais em terminação, Beauchemin et al. (1997) mostraram um aumento de 11% na conversão

alimentar, resultado de um aumento de 6% em ganho de peso, diminuindo em 5% a ingestão de alimento. Pritchard et al. (1996) também observaram aumento no consumo de MS, no ganho de peso e na eficiência alimentar em resposta a níveis crescentes de fornecimento de enzimas (celulase + xilanase) para novilhos recebendo 30,0% de concentrado.

O efeito das enzimas fibrolíticas exógenas no intestino delgado tem sido observado por alguns pesquisadores, que notaram aumento de 30% na atividade da xilanase no intestino com a suplementação dessas enzimas na dieta dos animais (Hristov et al., 2000). Além disso, outro efeito observado pelos autores foi a redução da viscosidade intestinal quando fornecidos altos níveis de enzimas, resultando no aumento da absorção de nutrientes no intestino.

McAllister et al. (1999), avaliando o desempenho de novilhos em confinamento, observaram aumentos de 5,99 kg/dia para 6,72 kg/dia na ingestão de MS e de 0,94 kg/dia para 1,16 kg/dia no ganho médio diário com a suplementação enzimática (celulase e xilanase).

A suplementação enzimática se torna uma alternativa para se obter uma melhor aproveitamento do alimento. Entretanto, apesar dos resultados benéficos encontrados na literatura sobre a utilização deste aditivo, a maioria dos trabalhos utilizam enzimas fibrolíticas específicas de forragens de clima temperado, tornando duvidosa a mesma eficiência de utilização para dietas em condições tropicais.

Referências bibliográficas

AFFCO OFFICIAL PUBLICATION. P.O. Box 478, Oxford, IN 47971, 2004.

AGTARAP, J.; CHAMBERLIN, W.; PINKERTON, M & STEINRAUF, L. The structure of monensic acid, a new biologically active compound. J. Am. Chem. Soc. 89:5737-9, 1967.

ALLEN, M.S.; VOELKER, J.A.; OBA, M. Fibra efetiva e prevenção de acidose ruminal: é muito mais que apenas o estímulo de mastigação. IN: Novos enfoques na produção e reprodução de bovinos, 9 , p. 301-309, Uberlândia, 2005.

ALLTECH – Dossiê Técnico Yea-Sacc 2006.

ARCURI, P.B.; CAMPOS, O.F.; LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J.C.. Utilização de Probióticos e Prebióticos em rações de bovinos. IN: VIII Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, FEALQ, 2006.

ARTHINGTON, J.D. Nutrição mineral de gado de corte. IN: VIII Curso Novos enfoques na produção e reprodução de Bovinos. Uberlândia. p. 148-149, 2004.

ASHMEAD, H.D. Comparative intestinal absorption and subsequent metabolism of metal amino acid chelates and inorganic metals salts. IN: ASHMEAD, H. D. (Ed). The roles of amino acid chelates in animal nutrition. New Jersey: Noyes, p. 47-51, 1993.

BALSALOBRE, M.A.A.; MARTINS, A.L.M; CRUZ, A.E.; SEVILLA, C.V.F. Formulação de misturas minerais para bovinos. IN: VIII Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, FEALQ, 2006.

BARUSELLI, M.S. A nova era da mineralização. Leite Brasil, São Paulo, n.14,n.1, 1999.

BEAUCHEMIN, K.A.; RODE, L.M. The potential use of feed enzymes for ruminants. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 58, 1996. Anais... Ithaca: Universidade de Cornell, 1996.

BEAUCHEMIN, K.A.; JONES, S.D.M.; RODE, L.M.; SEWALT, V.J.H. Effects of fibrolytic enzymes in corn or barley diets on performance and carcass characteristics of feedlot cattle. Can. Journal of Animal Science. v. 77, p. 645–653, 1997

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal, 2006.

BERGAMASCHINE, A.F. et al. Efeito de diferentes níveis de bicarbonato de sódio sobre a degradação em situ do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado. Revista Brasileira de Zootecnia, 1997.

BERTIPAGLIA L.M.A. Minerais orgânicos na nutrição dos ruminantes. Seminário, UNESP Jaboticabal, 2005.

BITTAR, C.M.; PEDROSO, A.M. Utilização de ácidos orgânicos em rações de bovinos. In: Simpósio sobre nutrição de bovinos: Minerais e aditivos para bovinos, 2006, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2006, p. 355-373.

CIÊNCIA RURAL. Prebióticos na nutrição de não ruminantes, v.33, n.5,p.983-999, set-out, Santa Maria, 2003.

CUARÓN J.A.C. Estímulo de la inmunidad por Pre y Probióticos. II CLANA, Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal, CBNA, 2006.

ECKLES,C.H.; V.M. WILLIAMS. Yeast as a supplementary feed for lactating cows. J.Dairy Sci. 8:89., 1925.

EMBRAPA. Elementos essenciais quelatados. IN: Novos microminerais e minerais quelatados na nutrição de bovinos. Documentos 119, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande 2001

EMBRAPA. Uso de Aditivos na dieta de Bovinos de Corte, documentos 106, outubro 2001.

EMERICK, R.J. Buffering acidic and high concentrate ruminant diets. IN: Buffers in ruminant physiology and metabolism. Pennsylvania Church & Dwight Company, 1975. P.127-139

ENSMINGER, M.E.; OLDFIELD, J.E.; HEINEMANN, W.W. Feeds & Nutrition. 2. ed. California: Ensminger, 1990. p. 491-526.

ERICKSON, G.E.; MINTON, C.T.; FANNING, K.C.; COOPER, R.J.; SWINGLE, R.S.; PARROT, J.C.; VOGEL, G. & KLOPFENSTEIN. Interaction between bunk management and monensin concentration on finishing performance, feeding behavior, and ruminal metabolism during an acidosis challenge with feedlot cattle. J. Anim. Sci, 8: 2869-2879, 2003.

EROMAN, R.A.;HEMKEN, R.W.; BULL, L.S. Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows: effects on production, acid-base metabolism, and digestion. Journal of Dairy Sci. , Champiogn, v. 65, n. 7, p. 712-731, 1982.

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

FILHO, S.C.V. Fermentação Ruminal. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal, p. 151-182, 2006.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, B.M. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. J Nutr, v.125, p.1401-1412., 1995

GOODRICH, R.D.; GARRET, J.E.; GHAFT, D.R.; KIRICH, M.A.; LARSON, D.A & MEISKE, J.C. Influence of monensin on the performance of cattle. J. Anim. Sci, 58, 1484-1498, 1984.

GUIA DE ADITIVOS. Sindirações. 2005. Gráfica São José. 2005.

HOLWERDA, R.A.; ALBIN R.C.; MADSEN, F.C. Chelation effectiveness of zinc proteinats demonstrated, Feedstuffs, Mineapoles, p.12-13,1995.

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

HUTJENS, M.F.; Feed additives. IN: SNIFFEN, C.J.; HERDT, T.H. (Eds). The veterinary clinics of north America. Proceedings... Philadelphia. 1991. W.B. Saunders company, 1991. p. 525-540.

MANTOVANI, H.C. Perspectivas da utilização de antibióticos na produção de bovinos. In: Simpósio sobre nutrição de bovinos: Minerais e aditivos para bovinos, 2006, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2006, p. 249-276.

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

MARTINS, A.S.; VIEIRA, P.F.; BERCHIELLI, T.T. et al. Eficiências de síntese microbiana e atividade enzimática em bovinos submetidos à suplementação com enzimas fibrolíticas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n. 3, 2006.

NAGARAJA, T.G. et al. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S.(Eds) *The Rumen Microbial Ecosystem*. Blackie Academic and professional, London. 1997. p.523-632.

McALLISTER, T.A.; HRISTOV, A.N.; BEAUCHEMIN, K.A. et al. Enzymes in ruminant diets. In: BEDFORD, M.R., PARTRIDGE, G.G. (Eds.). *Enzymes in farm nutrition*. Oxon: Cab International, 2001. p.273-298. p.819-823, 1999.

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

MELLO C.A. O que há de novo na mineralização. *Leite Brasil*, São Paulo, v.1, n.6, p.8-14,1998.

MULLER, R.D. Rumensin and tylan, feed lot technical manual. Elanco Animal Health. Lilly Corporate Center, Indianapolis. IN. 46285, 1985.

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.

OBA, M.; ALLEN, M.S. Effects of corn grain conservation method on feeding behavior and productivity of lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. *Journal of Dairy Sci.* 86: 174-183.

OLIVEIRA, E.R.; DIAS, D.S.O.; FERREIRA, R.N. et al. Estudo da eficiência do calcáreo calcítico, do carbonato de cálcio e do óxido de magnésio no controle do pH ruminal. *Ciência Animal Brasileira*, v. 4, n. 1, p. 25-32, 2003.

OLIVEIRA, J.S.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. *Revista eletrônica da veterinária*, v. 6, n. 9, 2005.

PRITCHARD, G., HUNT, C., ALLEN, A. AND TREACHER, R. Effect of direct-fed fibrolytic enzymes on digestion and growth performance in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.77, 1996.

QUEIROZ, R.C.; BERGAMASCHINE, A.F.; BASTOS, J.F.P. et al . Uso de produto à base de enzima e levedura na dieta de bovinos: digestibilidade dos nutrientes e desempenho em confinamento. *Revista Brasileira Zootecnia*, Viçosa, v. 33, n. 6, 2004.

ROBERFROID, M.B. Functional effects of food components and the gastrointestinal system: Chicory fructooligosaccharides. *Nutr. Rev.*, Washington, DC., v.54, p.S38-S42, 1996.

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

ROY, M.; GIBSON, G.R. Probiotics and Prebiotics - C-H-O Carbohydrates, v.9, n.3, p.6., 1998.

RUSSELL, J.B.; CHOW, J.M. Another theory for the action of ruminal buffer salts, decreased starch fermentation and propionate production. *Journal of Dairy Sci*, 76:826, 1993.

SAF DO BRASIL, In: www.saf-agri.com/portuguese/mos.htm

SAFNEWS – Informativo Bimestral Lesaffre, nov./ dez 2002

SANTOS, J.E.P. Efetividade do uso de minerais orgânicos para bovinos . IN: VIII Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, FEALQ, 2006

SILVEIRA, A.L.F.; PATIÑO, H.O.; MEDEIROS, F.S. et al. Efeito da utilização de bicarbonato de sódio ou calcário como tamponantes em dietas suplementadas com milho moído. IN: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42, Goiânia, 2005.

SPEARS, J.N. Modificadores de “fermentação ruminal”. IN: Simpósio do Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 3º, Campinas, 1990. Anais, pp. 165-179.

STOCK, R.A.; LANDERT, S.B; STROUP, N.W.; LARSON, E.M.; PARROT, J.C.; & BRITTON, R.A. Effect of monensin and tylosin combination on feed intake variation of feed lot sters. *J. Anim. Sci*, 1995. 73: 39-44.

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

STREETER, M.N.; NISBET, D.J.; MARTIN, S.A. & WILLIAMS, S.E. Effect of DL-malate on ruminal metabolism and performance of steers fed a high concentrate diet. *Journal of Animal Science*, v. 72, 1994.

VAN SOEST, P.J. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2.Ed. London. Constock Publishing Associates, USA, 1994. 476p.

ZHENG, S., STOKES, M.R. AND HOMOLA, A. Effects of fibrolytic enzymes on digesta kinetics and growth of heifers. *Journal of Dairy Science*, v. 79, 1996.