

**EFEITO DO ADITIVO MONENSINA SÓDICA NO METABOLISMO
RUMINAL DE BOVINOS DE CORTE**

**EFFECT OF SODIUM MONENSIN IN RUMINAL METABOLISM OF BEEF
CATTLE**

MARCUCCI, Maira Tavares¹; TOMA, Hugo Shisei^{2*}; SANTOS, Marcelo Diniz dos³; ROMERO, Jakeline Vieira³; MONTEIRO TOMA, Claudia Dias⁴; CARVALHO, Armando de Mattos²; CAMARGO, Lázaro Manoel de²

¹ Acadêmico do Curso de Medicina Veterinária, Departamento de Clínica Veterinária, Universidade de Cuiabá – UNIC, Cuiabá, MT, Brasil.

² Docente do curso de Medicina Veterinária, Departamento de Clínica Veterinária, Universidade de Cuiabá – UNIC, Cuiabá, MT, Brasil.

³ Docente do curso de Medicina Veterinária, Departamento de Produção e Reprodução Animal, Universidade de Cuiabá – UNIC, Cuiabá, MT, Brasil.

*Autor para correspondência. Email: hugost@ig.com.br

⁴ Docente pesquisadora da Universidade Federal de Mato Grosso, Departamento de Reprodução Animal, UFMT, Cuiabá, MT, Brasil.



RESUMO

Com o crescimento populacional exige-se uma demanda maior de proteína de origem animal, assim faz-se necessário o uso de ferramentas que elevem a produtividade na pecuária. O uso de aditivos na dieta de bovinos é um dos recursos mais estudados nos últimos tempos, dentre os quais a monensina é um dos mais utilizados. O presente trabalho discorre sobre a ação do aditivo monensina sódica e sua relação com a nutrição animal. Além disso, explica como os ionóforos influenciam no processo de digestão e fermentação ruminal. O tema central deste estudo é como a monensina sódica pode influenciar na fermentação ruminal, no ganho de peso dos bovinos, na prevenção e tratamento de acidose ruminal. Descreve-se também como esse aditivo pode atuar na redução de emissão de metano produzido pelo bovino.

Palavras-chave: Aditivos, Fermentação Ruminal, Monensina sódica.

ABSTRACT

With population growth calls for a greater demand for animal protein, so it is necessary to use tools that enhance productivity in cattle. The use of additives in the diet of cattle is one of the most studied in recent times, of which monensin is the most used. This paper discusses that the additive monensin and its relation to animal nutrition. Also, explains how ionophores influence the process of digestion and ruminal fermentation. The central theme of this study is as sodium monensin may influence rumen fermentation, the weight gain of cattle in the prevention and treatment of rumen acidosis. Describes it self as such additives may act to reduce the emission of methane from cattle.

Keywords: Additives, Rumen fermentation, Sodium monensin



INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, dos quais cerca de 90% são manejados a pasto, e onde a quantidade da forragem, além de insuficiente, é de baixa qualidade. Como consequência, o crescimento e a produção dos animais são afetados, em geral havendo baixa produção leiteira e baixo ganho de peso (VAL NETO, 2009).

Pesquisadores, técnicos e produtores têm procurado manipular e melhorar a eficiência da fermentação ruminal significando, na prática, aumentar a produção de propionato, deprimir a metanogêneses, diminuir a proteólise e a deaminação das proteínas do alimento no rúmen. Estas mudanças levam, positivamente, a melhoria na eficiência produtiva dos ruminantes. Inicialmente, tentativas para se alcançar esta meta foram realizadas com a manipulação da dieta, mas, durante as últimas décadas certo número de aditivos alimentares tem sido descoberto, e quando usados na alimentação dos ruminantes podem satisfazer alguns ou todos os objetivos (RANGEL et al., 2008).

A monensina sódica é um antibiótico utilizado inicialmente como coccidicida em aves nos Estados Unidos e que vem sendo utilizada em confinamentos norte americanos desde 1980 como promotor de crescimento (ZANINE et al., 2006). Além disso, a mesma possui todos os benefícios citados acima e também preveni desordens digestivas como acidose ruminal (MILLEN, 2008).

A incessante busca em aumentar a eficiência alimentar e a diminuição de custos na pecuária demonstra o crescente interesse pelo uso de aditivos na bovinocultura de corte (ORTOLAN, 2010).

Outro fator importante é a preocupação atual com o aquecimento global, enfocada mundialmente. Assim, as tentativas de frear a emissão de gases de efeito estufa são de grande importância (ZEM, 2010).

A monensina sódica também é responsável pela diminuição da liberação de um dos principais gases de efeito estufa que é o metano (PATINO et al., 2012).



O presente trabalho tem como objetivo apresentar os efeitos e benefícios que a monensina sódica realiza na produção animal e também em relação ao meio ambiente.

REVISÃO DE LITERATURA

Aditivos

São ingredientes fornecidos juntamente com todos os alimentos aos animais, mas que não tem valor nutritivo (protéica, energética ou que não seja fonte de minerais e vitaminas). Os aditivos são usados para melhorar a eficiência dos alimentos, estimular o crescimento ou beneficiar, de alguma forma, a saúde e o metabolismo dos animais. Desta forma, os aditivos essenciais podem ser utilizados em suplementos de alto consumo para animais em pastejo. Dietas com altas quantidades de concentrado caracterizam-se por alta produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, provocando baixos valores de pH. A composição da dieta influencia o perfil de ácidos graxos voláteis oriundos da fermentação, aos quais se tem atribuído às diferenças na composição do ganho. Nesse caso é importante o uso de aditivos adequados na dieta para que limite a queda do pH ruminal e garanta a eficiência de utilização dos nutrientes (REIS et al., 2011).

Algumas categorias de aditivos são proibidas no Brasil, é o caso do uso de anabolizantes e hormônios como promotores de crescimento. Outros são aprovados para serem usados em combinação. Cada aditivo tem uma característica e uma limitação na alimentação (OLIVEIRA et al., 2005).

Devido a importância desses em melhorar a saúde do rúmen e favorecer a fermentação ruminal, uma manipulação bem feita desses produtos é de vital importância para o nutricionista de bovinos (MILLEN, 2008).

Ionóforos

São um tipo de antibiótico que, seletivamente deprime ou inibe o crescimento de micro-organismos do rúmen. Eles são produzidos por diversas linhagens de *Streptomyces* e foram inicialmente utilizados como coccidiostáticos



para aves, mas a partir da década de 1970 começaram a ser utilizados na dieta de ruminantes como promotores de crescimento (EMBRAPA, 2001).

Os principais ionóforos comercializados no Brasil são a Monensina Sódica e a Lasalocida Sódica (REIS et al., 2011).

Mecanismo de ação dos ionóforos

Os ionóforos são geralmente bacteriostáticos e não bactericidas (OLIVEIRA et al., 2005), sendo moléculas altamente lipofílicas com exterior hidrofóbico e interior hidrofílico (EMBRAPA, 2006). Têm sido definidos como substâncias capazes de interagir passivamente com íons e cátions (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+}) servindo assim como veículo de transporte para estes íons, através da membrana celular (RANGEL et al., 2008). Como as membranas celulares são compostas por dupla camada lipídica, há uma alta necessidade de energia para transloucar íons. Porém, os ionóforos são capazes de bloquear e carregar estes íons, facilitando seu movimento através das membranas celulares e são seletivos para certos íons (EMBRAPA, 2006). A monensina sódica medeia primariamente o Na^+ , pois sua afinidade a este íon é dez vezes maior do que ao K^+ , e não tem afinidade por íons bivalentes. Por outro lado, a lasalocida tem uma maior afinidade por K^+ e uma menor atração por Na^+ e Ca^{2+} (RANGEL et al., 2008).

O mecanismo de ação dos ionóforos sobre as bactérias ruminais está relacionado com fatores de resistência presentes na estrutura da parede celular, e esta é responsável por regular o balanço químico entre o meio interno e externo da célula, sendo este equilíbrio mantido por um mecanismo chamado de bomba iônica. O ionóforo, ao se ligar ao cátion de maior afinidade, transporta-o através da membrana celular para dentro da bactéria. E esta, por meio do mecanismo da bomba iônica, na tentativa de manter sua osmolalidade, utiliza sua energia, de forma excessiva, até deprimir as suas reservas, o que afeta o crescimento das bactérias Gram-positivas e favorece as Gram-negativas (RANGEL et al., 2008).

Isso se deve pelo fato, de que as bactérias Gram-negativas possuem uma membrana externa formada por proteínas, lipoproteínas e liposacarídeos de característica hidrofóbica, assim como a monensina é extremamente hidrofóbica, ela



desorganiza o transporte de cátions através da membrana das bactérias Gram-positivas, promovendo maior gasto energético a fim de manter o balanço osmótico entre interior e o exterior da célula. Como estas bactérias produzem menos ATP por mol de glicose fermentada, elas acabam exauridas energeticamente e desaparecem do meio. Assim, as bactérias Gram-negativas são pouco afetadas pela ação do ionóforo e, por realizarem fosforilação oxidativa, sobrevivem ao meio. Com a diminuição da competição por substratos energéticos devido ao desaparecimento das Gram-positivas, as bactérias Gram-negativas acabam dominando o meio (EMBRAPA, 2006).

Outro fator importante é que os produtos finais da fermentação dos alimentos no rúmen pelas bactérias Gram-negativas são os ácidos propiônico e succínico, já das bactérias Gram-positivas são os ácidos acético e butírico e, de forma indireta, os gases metano e o dióxido de carbono de amônio e ácido láctico, assim a inclusão de monensina promove no ambiente ruminal aumento da concentração molar do ácido propiônico, concomitantemente com redução dos ácidos acético, butírico, láctico e dos gases metano, dióxido de carbono e amônio (BERTIPAGLIA, 2008).

Efeito dos ionóforos

Segundo Graminha et al. (2012) os efeitos provocados pelo uso de ionóforos são:

- Aumento da produção de propionato e diminuição da produção de acetato, metano, lactato e da concentração ruminal de amônia;
- Redução da degradação proteica no rúmen e melhor aproveitamento da proteína no intestino;
- Aumento do pH ruminal;
- Em dietas de alto grão, redução de consumo, manutenção do ganho de peso e melhoria da conversão alimentar;
- Em dietas de baixo grão, aumento de consumo ou não alteração e aumento de ganho de peso;
- Estabilização de consumo ao longo do dia.



Segundo o Reis e colaboradores (2011) os ionóforos também diminuem a energia perdida durante a fermentação do alimento, levando assim a um melhor desempenho animal e podendo reduzir a incidência de acidose, timpanismo e coccidiose (a redução dessas patologias melhora o desempenho animal).

Durante o processo de fermentação ruminal, a produção de ácido acético e butírico libera grandes quantidade de hidrogênio, com isso, organismos metanogênicos na microbiota ruminal (*Methanobrevibacter*, *Methanobacterium*, *Methanomicrobium*, e *Methanosarcina*) utilizam o hidrogênio e o dióxido de carbono para produzirem metano. Por outro lado, no processo fermentativo onde o produto resultante é o ácido propiônico, há captura de hidrogênio do meio, assim a produção de hidrogênio no rúmen pode ser reduzida pela introdução de ionóforos na dieta, principalmente a monensina (BERTIPAGLIA, 2008).

Efeito dos ionóforos no metabolismo da energia

A maior porção dos substratos energéticos em dietas de ruminantes é fermentada pelos micro-organismos ruminais a ácidos graxos voláteis (AGV), metano (CH₄) e dióxido de carbono, assim os AGV produzidos pela fermentação microbiana são absorvidos e servem como a maior fonte de energia para o ruminante (EMBRAPA, 2006).

Propionato é o único ácido graxo volátil que pode ser convertido á glicose, a qual então pode ser utilizada como fonte de energia pelos ruminantes. A redução na relação acetato/propionato leva a um menor incremento calórico porque o ácido propiônico apresenta menor incremento de calor que o ácido acético. Redução na produção de metano também melhora a retenção de carbono e energia (MILLEN, 2008).

A produção de metano, em gado de corte, é muitas vezes próxima a 12 L por hora e este gás é eliminado pela eructação, a produção de metano pode representar uma perda de 12% da energia do alimento. Os ionóforos podem diminuir a produção de metano em 30% já que o rúmen é um meio anaeróbico e a oxidação dos substratos deve estar acoplada ás reações de redução. Com a diminuição da metanogênese, há um aumento da proporção de propionato em relação ao acetato.



Como o propionato tem maior quantidade de energia com o acetato e pode ser oxidado pelo animal, mais energia do alimento está disponível para propósitos produtivos (EMBRAPA, 2006).

Ionóforo x Antibiótico

Os ionóforos como a monensina e lasalocida são classificados pelo FDA (*Foods and Drugs Administration*) como antibióticos, porém organizações como a NCBA (*National Cattlemans Beef Association*) americana, fazem esforços para re-classificá-los como ionóforos, baseado no fato que estes não tem função terapêutica quando usado nas dietas de bovinos e não são usados como agentes terapêuticos em medicina humana. Também há alguns grupos científicos e meios de comunicação que estão questionando o uso de antibióticos em dietas de animais, pelo fato de que os mesmos podem contribuir para o desenvolvimento de resistências, causando riscos para a saúde humana (MILLEN, 2008).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Mapa (2008), os ionóforos monensina sódica e lasalocida, são consideradas tanto antimicrobianos quanto coccidiostáticos, sendo seu uso, em dietas de ruminantes, autorizados no Brasil (BRASIL, 2008).

Histórico da Monensina sódica

Segundo Zanine e colaboradores (2006) a monensina é um antibiótico utilizado inicialmente como coccidicida em aves nos Estados Unidos e que vem sendo utilizado em confinamentos norte americanos desde 1980 como promotor de crescimento, sendo do grupo dos ionóforos cuja principal ação é destruir as bactérias Gram-positivas, que agrupam as bactérias proteolíticas, as formadoras do ácido acético e as formadoras de ácido láctico. A alimentação com monensina resulta também no aumento das concentrações de propionato.

Utilização da monensina sódica

A monensina é um ionóforo comumente utilizado como aditivo alimentar na produção de animais ruminantes (MOURO et al., 2006), sendo seu uso feito com



o intuito de melhorar o ganho médio diário e a eficiência alimentar dos bovinos (BERTIPAGLIA, 2008).

Sua utilização em animais em pastejo deve estar vinculada à preocupação de se melhorar o processo digestivo ou minimizar as perdas de nutrientes (BERTIPAGLIA, 2008).

Os animais devem ser adaptados ao consumo de monensina, e as quantidades fornecidas devem estar de acordo com as recomendações do fabricante, sendo que para animais de confinamento recomenda-se fornecer cerca de 5 a 10 g de monensina sódica/tonelada de alimento no período inicial, estabilizando a concentração ao redor de 25 a 30 g/tonelada. Tal procedimento melhora ganho de peso, conversão alimentar e ingestão de alimento, se comparado ao início da suplementação com 30g/tonelada (EMBRAPA, 2001).

Bovinos em pastejo, a monensina também pode ser fornecida por meio de suplemento proteico-energético para reduzir o risco de intoxicação em pasto e neste caso recomenda-se, nos primeiros cinco ou sete dias (fase de adaptação), fornecer 50 a 100 mg de monensina sódica/cabeça/dia e após passada essa fase de adaptação, fornecer 200 mg/cabeça/dia em 450 g de suplemento. Se os animais param de receber monensina por mais de 72 horas, devem ser novamente adaptados ao aditivo (EMBRAPA, 2001).

Segundo Zanine e colaboradores (2006) quando a monensina é incluída na mistura, os teores de sal necessários para limitar o consumo de suplemento proteico-energético são acentuadamente mais baixos (25% a 50%). Também bovinos alimentados de acordo com as recomendações não apresentam monensina detectável nos tecidos comestíveis, não há tempo de carência para o abate e não há evidencia de monensina acumular-se nos tecidos dos animais dosificados oralmente.

De acordo com um artigo realizado pelo Graminha et al. (2012), é relatado que em alguns trabalhos realizados pela Elanco Animal Health, foram indicados que em dosagens de 5 ppm há melhoria na conversão alimentar, entretanto nas dosagens de 20 a 30 ppm os resultados são maiores (Figura 1). 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 a 30 ppm de monensina na dieta



e ocorrem pequenos aumentos no ganho de peso para as dosagens menores (5 a 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.

Em dietas com altas proporções de volumosos, entre 80 a 90%, com a adição de 30 ppm de monensina sódica 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 (GRAMINHA et al., 2012).

Considerando os valores de mercado na época para alguns alimentos e considerando os valores de ganho de peso, consumo de matéria seca e conversão alimentar apresentados nas figuras 1, 2 e 3, simulações foram realizadas no sentido de orientar a dosagem econômica de monensina. As dietas foram feitas em animais entrando no confinamento com 330 kg e sendo abatidos com 500 kg. Considerou-se também que esses animais eram Zebuínos e castrados (GRAMINHA et al., 2012).

Ação da monensina sódica na digestão

A monensina é relativamente estável no fluido ruminal, líquido abomasal e fezes, e aparentemente a monensina não absorvida não é degradada por microorganismos. Cerca de 50% da monensina suplementada é absorvida e metabolizada pelos bovinos (EMBRAPA, 2001).

A monensina aumenta a performance animal, principalmente devido às alterações na fermentação ruminal e algumas dessas respostas também podem ocorrer por mudanças metabólicas que não envolvem alterações na fermentação ruminal (efeitos pós-ruminais) (OLIVEIRA et al., 2005).

Quando fornecidos aos ruminantes, atuam sobre as bactérias do rúmen e do intestino grosso, favorecendo o desenvolvimento de algumas bactérias, de modo que o metabolismo da bactéria beneficiada pode afetar o desempenho do animal hospedeiro, proporcionando vantagens metabólicas ou nutricionais (MOURO et al., 2006).

Em dietas que contém elevados níveis de carboidratos facilmente fermentáveis, a monensina sódica geralmente leva a diminuição da ingestão de



alimentos, sem afetar o ganho de peso, melhorando assim a conversão alimentar, porém quando os ruminantes são alimentados com dietas contendo elevadas quantidades de volumosos a monensina sódica não diminui a ingestão mas melhora o ganho de peso e a conversão alimentar contribuindo assim para um melhor desempenho dos animais sob tais formas: a) aumentam o metabolismo energético do rúmen; b) melhoram o metabolismo do nitrogênio no rúmen; c) previne desordens metabólicas, como a acidose láctica crônica, a cetose e o timpanismo (RANGEL et al., 2008).

Sabe-se também que a monensina influencia o metabolismo dos microorganismos ruminais, tendo como resultado primário maior proporção de ácido propiônico e menor de ácido acético produzidas no rúmen pela fermentação de carboidratos (MOURO et al., 2006).

A monensina atua sobre as bactérias proteolíticas, diminuindo a degradação desnecessária pelas mesmas. Assim sendo, as proteínas de maior valor biológico superior ao das proteínas bacterianas que passam pelo rúmen sem serem degradadas, promovem um ganho adicional ao animal, que recebe uma proteína melhor e em maior quantidade, uma vez que não existem as perdas do processo de proteólise e síntese proteica bacteriana (ZANINE et al., 2006).

Seus efeitos são maiores quanto maior o teor de proteína bruta da dieta e as dietas com baixo teor de proteína livre ou com elevado teor de nitrogênio não proteico parecem sofrer um efeito menor da monensina do que as dietas com elevado teor de proteína e carência de energia (ZANINE et al., 2006).

Em ruminantes alimentados com dietas ricas em concentrados, a digestibilidade da fibra frequentemente tem sido aumentada pela monensina e esse aumento pode ser resultado do maior tempo de retenção da fibra no rúmen que favorece a digestão microbiana da mesma. A monensina também pode reduzir a taxa de passagem no rúmen em 44% de animais alimentados com gramínea de baixa qualidade e reduzir a taxa de passagem no trato como um todo em 10% em bovinos em pastejo (EMBRAPA, 2006).

Em dietas contendo amido, a monensina reduz a porcentagem de amido digerido no rúmen e aumenta a quantidade de amido digerido no intestino e esta



mudança no local de digestão deve resultar em mais energia sendo absorvida como glicose no intestino do que como ácido graxo volátil no rúmen, assim, pode permitir o uso mais eficiente da energia. A monensina também pode aumentar a capacidade enzimática para digestão do amido no intestino delgado, e maior atividade de amilase é encontrada nas fezes e pâncreas de bovinos que recebem monensina (EMBRAPA, 2006).

A monensina afeta a absorção de certos minerais, sendo a absorção de Magnésio (Mg) aumentada em ruminantes. Esse aumento do Mg com o fornecimento da monensina sódica, é resultado do aumento de absorção pré-intestinal, pois o rúmen é o local de maior absorção de Mg dos ruminantes (EMBRAPA, 2006).

Segundo a Embrapa (2006), em muitos experimentos, a absorção de fósforo (P) e cálcio (Ca) também é aumentada pelo uso da monensina, porém as absorções aparentes de potássio (K) e sódio (Na) não tem sido consistentemente afetadas (EMBRAPA, 2006).

Os mecanismos pelos quais a monensina afeta a absorção de minerais não são bem claros (EMBRAPA, 2006).

A monensina também inibe a metanogênese ruminal, mas não é particularmente tóxico para os microrganismos metanogênicos. Como as bactérias que produzem H⁺ são inibidas pela monensina e como as bactérias produtoras de succinato e propionato são mais tolerantes, parece que o decréscimo na produção de metano é devido ao declínio na produção de H⁺, o substrato primário da metanogênese no rúmen (EMBRAPA, 2006).

Aspectos que afetam o pH ruminal

O rúmen caracteriza-se por ser um meio anaeróbico, com temperatura variando de 38° a 40°C, ideal para o desenvolvimento dos microrganismos possuindo um pH que pode variar de acordo com a dieta fornecida. Os organismos celulolíticos crescem com um pH em torno de 6,7 sendo que níveis acima ou abaixo deste valor podem ser prejudiciais (ORTOLAN, 2010).



Outro efeito benéfico que pode advir do uso da monensina sódica é o controle do pH ruminal. Quando ruminantes alimentados com forragem, o pH no rúmen permanece próximo da neutralidade, e isso é devido ao estímulo que a fibra exerce sobre o processo de ruminação, levando por consequência a produção de saliva, a qual age como uma substância tamponante do fluído ruminal (RANGEL et al., 2008).

Quando os ruminantes são alimentados com dietas ricas em fibra, o pH ruminal fica próximo do neutro, mas as dietas para terminação são ricas em cereais e o pH ruminal pode cair drasticamente causando acidose ruminal, a qual está associada com o aumento do lactato, um ácido muito mais forte do que os AGV típicos. A monensina diminui a produção de ácido láctico impedindo a queda do pH (EMBRAPA, 2006).

Segundo Ortolan (2010), a digestão da fibra é inibida quando o pH cai para 6,0 também havendo redução das bactérias celulolíticas.

Como os ruminantes não sintetizam celulase, a digestão da celulose é realizada exclusivamente pelas bactérias celulolíticas, as quais são muito sensíveis ao declínio do pH, logo, a digestão da celulose pode ser aumentada pelo decréscimo na concentração de lactato e aumento no pH ruminal (EMBRAPA, 2006).

Efeito da monensina sódica em animais de pastagem e confinamento

O uso da monensina sódica tem sido feito para melhorar o ganho médio diário e a eficiência alimentar em bovinos. Sua utilização em animais de pastejo deve estar vinculada à preocupação de se melhorar o processo digestivo ou minimizar as perdas de nutrientes (BERTIPAGLIA, 2008).

A observação da redução no consumo de alimentos, tem sido observado mais constantemente com monensina para ambos, bovinos de pasto e confinados (ZANINE et al., 2006). Segundo Oliveira e colaboradores (2005) há trabalhos que demonstram que as bactérias de animais recebendo dietas ricas em concentrado (Fig 2.) são mais resistentes a monensina que as bactérias de animais recebendo forragens, podendo ser este fato uma das razões pela qual a monensina tem maior efeito em animais sobre pastejo que animais mantidos em confinamento.



Em dietas com alto teor de grãos, a monensina geralmente, reduz a ingestão de alimento em cerca de 8 a 10% e melhora a conversão alimentar, mantendo ou aumentando o ganho de peso diário, sem afetar as características de carcaça. Quando a monensina é incluída na dieta, o consumo pode cair inicialmente em torno de 15%, retornando a cerca de 90% do consumo original depois de alguns dias (ZANINE et al., 2006).

A monensina causa em animais em pasto melhoria no ganho de peso sem alterar o consumo de matéria seca, resultando em melhor conversão alimentar e que já relatou-se melhoria de 7,5% na conversão alimentar (OLIVEIRA et al., 2005).

Inclusão da monensina na dieta tem constantemente aumentado a eficiência alimentar, mas, este efeito, junto com mudanças no ganho de peso e consumo, tem sido bastante variáveis. Em animais de pasto, a monensina sódica, como já dito, não reduz o consumo, mas o ganho de peso é aumentado, resultado do aumento da eficiência alimentar. A natureza e a magnitude das respostas da monensina, depende do tipo e dose da mesma, tipo de bovinos, localização geográfica, sistema de manejo e duração da alimentação (OLIVEIRA et al., 2005).

De acordo com Bertipaglia (2008) a inclusão de monensina na dieta de novilhos terminados a pasto, promoveu maiores ganhos de peso e uma maior eficiência na utilização de forragem disponível. Por outro lado, o efeito da monensina sobre o consumo e desempenho de novilhos terminados em confinamento, e não constatou-se efeitos positivo sobre o ganho de peso diário e/ou melhora na eficiência alimentar.

Também foi observado que o efeito da monensina sobre o consumo de pasto estrela da África está relacionado com a dose de monensina suplementada, e que novilhos que receberam a dose de 300 mg/animal/dia apresentaram menor consumo de forragem em comparação aos que não foram suplementados, assim com relação à digestibilidade da forrageira, o autor relata que no tratamento com 60 a 90 mg/animal/dia, houve incremento da digestibilidade de 16 e 19%, respectivamente, em comparação aos animais que não foram suplementados com monensina sódica. A suplementação com a monensina apresentou ganho de 23% superior em relação aos não suplementados (BERTIPAGLIA, 2008).



Já Oliveira e colaboradores (2005) foi apresentou o resultado de alguns experimentos realizados com o uso da monensina na suplementação de bovinos. No resultado de 35 experimentos conduzidos em nove países da Europa com monensina (25 a 35 mg por kg de alimento) decresceram o consumo de alimento em 4%, aumentando o ganho de 5%, e proporcionando uma eficiência alimentar em 9%, porem cita-se um trabalho, onde não encontrou diferença entre ganho de peso, eficiência alimentar, quando utilizou níveis comerciais de monensina em vinte animais a pasto. Entretanto obteve um consumo de matéria seca 10% menor que o tratamento controle.

Entretanto, esses dados de pesquisa devem ser analisados com um certo cuidado, já que a maioria dos experimentos fora realizado na Europa e as condições edafo-climáticas destes países, o sistema de produção, se diferem das condições brasileiras (OLIVEIRA et al., 2005).

Novilhos taurinos em recria em pasto nativo, apresentaram incremento de 8% no ganho de peso ao consumir mistura mineral contendo monensina sódica, por períodos de 83 dias ou 114 dias (ZANINE et al., 2006).

Efeito da monensina sódica em características de carcaça

Em dietas com alto teor de grãos, a monensina sódica geralmente reduz a ingestão de alimento em cerca de 8% a 10% e melhoram a conversão alimentar, mantendo ou aumentando o ganho de peso diário e sem afetar as características de carcaça (EMBRAPA, 2001).

Graminha e colaboradores (2012) mostrou que para dietas de animais confinados adicionados de monensina (228 experimentos) houve aumento de ganho de peso, redução de consumo e consequente melhoria na conversão alimentar, sem haver alterações de carcaça dos animais.

Foi apresentado efeitos da suplementação de monensina no desempenho e nas características de carcaça e da carne em 20 bezerros inteiros holandeses, sendo que as carcaças analisadas após o abate de todos os bezerros, no término do experimento, também mostraram resultados vantajosos em rendimentos, com a



aplicação de monensina sódica, não apresentando alterações em sua composição (EMBRAPA, 2006).

A Embrapa (2006) também citou que vários outros autores observaram não haver interferências da monensina na composição química das carcaças, ou seja, não ocorre alterações nos teores de proteína, gordura e água. Pode haver uma tendência de diminuição de gordura em animais que consomem monensina, porém não há diferenças significativas nas proporções de músculo, gordura e ossos, assim como na relação carne/ossos.

Toxicidade da monensina sódica

A toxicidade da monensina sódica não está relacionada com o uso de doses excessiva ou inadequadas, mas sim com o fornecimento errôneo, ou seja, com a má homogeneização e com o fornecimento sem período de adaptação (EMBRAPA, 2006), assim como dito anteriormente, a adaptação dos bovinos a monensina sódica é de grande importância (OLIVEIRA et al., 2005).

De acordo com Zanine e colaboradores (2006) o diagnóstico presuntivo de intoxicação por monensina baseia-se na ocorrência de problemas alimentares caracterizados clinicamente por anorexia, diarreia, dispneia, 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 da monensina à dieta, e muitas vezes envolve erros na mistura e superdosagem. A monensina sódica para bovinos varia de 21,9 mg/kg a 80 mg/kg de peso.

Não se conhece até o momento antídoto ou tratamento da toxidez induzida pela monensina sódica, mas é possível que a degeneração celular mediada por peroxidação lipídica possa ser minimizada com a suplementação de vitamina E e selênio (ZANINE et al., 2006).

Segundo Oliveira e colaboradores (2005) houve relatos 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.

Aspecto econômico da monensina sódica

Tanto Oliveira e colaboradores (2005) quanto Zanine e colaboradores (2006) citam que em uma análise de orçamento parcial do uso de Rumensin em bezerros, realizada em 2000, sobre a ganha de peso, consumo, desempenho e qualidade de carcaça, mostrou que ocorreu respostas viáveis com a utilização da monensina sódica, com maior receita. Os benefícios encontrados foram de 6,64; 1,84; e 8,77 reais, pela adição, respectivamente, de 0,4; 0,8; e 1,2 mg de monensina/kg de peso vivo para cada animal, em comparação com o controle. Estes dados viabilizam economicamente a utilização de monensina sódica, nas presentes condições, mostrando que o tratamento de 1,2 mg de monensina/kg de peso vivo apresentou maior benefício e retorno que os demais tratamentos, assim a monensina sódica, que é o ionóforo mais usado e mais pesquisado para alimentação de ruminantes, em reais, a cotação da monensina sódica, a embalagem de 25 kg, acumulou alta de 11%. Em dólares, a variação líquida ao longo do período analisado também foi positivo, 9%.

Uso terapêutico da monensina sódica

A intensificação da exploração de bovinos é acompanhada de diversos desafios, tanto para os produtores quanto para os animais. Os bovinos, além da necessidade de se adaptar às mudanças da alimentação (do pasto ao cocho), são submetidos a convívio confinado compulsório. Dessa forma, os problemas e as doenças que podem ocorrer nos animais derivam basicamente destas duas condições, sendo a acidose uma delas e sua ocorrência se dá por erros ou mudanças bruscas do regime alimentar (REIS e COSTA, 2012).

A prevenção ou correção do problema advém de um conjunto de fatores incluindo ajustes constantes da formulação e uso de ionóforos (monensina sódica) com rígido programa de leitura/manejo do cocho (REIS e COSTA, 2012).



Carvalho e colaboradores (2012) utilizaram aditivos com efeito primário ha melhoria da conversão alimentar e do ganho de peso, mas podem reduzir a incidência de acidose em bovinos, destacando-se a utilização da monensina sódica, que inibe o crescimento de bactérias produtoras de ácido láctico e, as bactérias que produzem ácido succínico ou fermentam acido láctico. Além disso melhora a eficiência do metabolismo de energia, alterando a proporção entre ácidos graxos voláteis no rúmen com maior produção de propionato e redução de acetato, butirato e diminuição da produção de metano (CARVALHO et al., 2012).

Utilização da monensina sódica na nutrição de bovinos para redução da emissão de gás metano

O metano é o principal gás do efeito estufa emitido pelo setor da pecuária como resultado da fermentação entérica de animais domésticos e de manejo de seus dejetos. O metano é produzido durante o processo digestivo que ocorre no rúmen de ruminantes e no ceco de herbívoros não ruminantes e é considerado uma perda no potencial energético dos alimentos (PATINO et al., 2012).

O leque de possibilidades para diminuir as emissões de gases de efeito estufa é ampla e incluem estratégias indiretas que operam a nível do sistema de produção e/ou estratégias diretas que operam a nível das fontes de emissão (PATINO et al., 2012).

Entre as técnicas disponíveis para diminuir as emissões de metano na fonte, a utilização de suplementos e a incorporação de ionóforos (como a monensina sódica), são alternativas que podem diminuir tais emissões entre 20 e 40% (PATINO et al., 2012).

CONCLUSÃO

Conclui-se que o uso da monensina sódica contribui positivamente para o desenvolvimento do bovino, melhorando o ganho de peso, diminuindo custos, prevenindo patologias e influenciando diretamente no meio ambiente. Seu uso é liberado pelo Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento e vale ressaltar que não é prejudicial ao animal e a saúde humana.



REFERÊNCIAS

BERTIPAGLIA, L. M. A. **Suplementação protéica associada a monensina sódica e *Saccharomyces cerevisiae* na dieta de novilhas mantidas em pastagens de capim-marandu**. 2008. 102f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

BRASIL, 2008. **Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/alimentação/aditivos/aditivosautorizados>>. Acesso em 13 de setembro de 2012.

CARVALHO, A. U.; FILHO, E. J.; FERREIRA, P. M. **A Acidose Ruminal e suas Consequências em Bovinos**. Disponível em: <<http://xa.yimg.com/kq/groups/20728998/778821271/name/A+acidose+ruminal+e..>>. Acesso em 18 de setembro de 2012.

EMBRAPA, **Uso de Aditivos na Dieta de Bovinos de Corte**. Documentos 106, out., 2001.

EMBRAPA, **Utilização de Ionóforos para Bovinos de Corte**. Documentos 101, jul., 2006.

GRAMINHA, C. V. et al. **Aditivos na Produção de Bovinos Confinados**. Disponível em: <http://www.grupoapb.com.br/pdf/bovinos_confinados.pdf>. Acesso em 12 de setembro de 2012.

MILLEN, D. D. **Desempenho, avaliação ruminale perfil metabólico sanguíneo de bovinos jovens confinados suplementados com monensina sódica ou anticorpos policlonais**. 2008. 131f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia e Medicina



Veterinária) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista.

MOURO, G. F. et al. Fontes de carboidratos e ionóforo em dietas contendo óleo vegetal para ovinos: digestibilidade, balanço de nitrogênio e fluxo portal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2144-2153, 2006.

OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.6, n.11, p.1695-7504, Nov., 2005.

ORTOLAN, J. H. **Efeito de aditivos no metabolismo ruminal e parâmetros sanguíneos em bovinos**. 2010. 66f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia e Engenharia de alimentos, Universidade de São Paulo.

PATINO, H. O. et al. **Alternativas de Manejo para Mitigar as Emissões de Metano em Ruminantes**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/agronomia/materiais/7578360001.pdf>>. Acesso em 8 de novembro de 2012.

RANGEL, A. H. N. et al. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.2, p.174-182, 2008.

REIS, C. C.; COSTA, R. M. Acidose Ruminal e Laminite em Bovinos. Disponível em: <[http://www.exitorural.com.br/download.php?tip=2&file=acido se.pdf](http://www.exitorural.com.br/download.php?tip=2&file=acido%20se.pdf)> Acesso em 12 de setembro de 2012.

REIS, R. A. et al. Semiconfinamento para produção intensiva de bovinos de corte. In: Simpósio Matogrossense de Bovinocultura de Corte, Cuiabá, p.195-224, ago., 2011.

SANTOS, F. R.; SILVA, R. M. G. **Nutrição e Alimentação Animal**. Disponível em: <http://www.ifgoiano.edu.br/ipora/images/stories/coordenacao/Eduardo/Anatomia_digestiva.pdf>. Acesso em 7 de novembro de 2012.



VAL NETO, E. R. **Ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada na nutrição de bovinos**. 2009. 20f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

ZANINE, A. M.; OLIVEIRA, J. S.; SANTOS, E. M. Importância, uso, mecanismo de ação e retorno econômico dos ionóforos na nutrição de ruminantes. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária e Zootecnia de Garça**, n.6, p.1-18, jan., 2006.

ZEM, L. M. **Fatores nutricionais que afetam a produção de metano na bovinocultura**. 2010. 31f. Dissertação (Graduação em Medicina Veterinária) – Curso de Graduação em Medicina Veterinária, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Paraná, 2010.

