

Revista Agrária Acadêmica

Agrarian Academic Journal

Volume 1 – Número 2 – Jul/Ago (2018)

Utilização de ionóforos em rebanhos leiteiros

Use of ionophores in dairy herds

Camila Marques Oliveira^{1*}, Rogério Mendes Murta², Dhemerson da Silva Gonçalves³, Hélio Oliveira Neves⁴, Antônio Eustáquio Filho², Allana da Silva Leal³

^{1*} - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – IFNMG – Januária, MG, Brasil.
oliveira.camila33@yahoo.com

² - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – IFNMG – Salinas, MG, Brasil.

³ - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – IFNMG – Januária, MG, Brasil.

⁴ - Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes – Janaúba, MG, Brasil.

Resumo

Neste trabalho é mostrada uma revisão de literatura sobre a utilização de ionóforos em rebanhos leiteiros elaborada com pesquisa a artigos em revistas, livros didáticos, dissertações, teses, projetos, que citam essa questão. Discute sobre os tipos de ionóforos mais utilizados como a Monensina Sódica e Lasalocida, bem como seu modo de ação. Apresenta os efeitos dos ionóforos sobre os nutrientes, discute sobre a utilização e risco de intoxicação, ionóforos para vacas leiteiras, e resultados de desempenho de bezerros e novilhas leiteiras. Enfim, objetivou estudar os efeitos da utilização de ionóforos sobre o desempenho, produção e composição do leite, parâmetros de fermentação ruminal e viabilidade econômica em rebanhos leiteiros.

Palavras-chave: Aditivos; bovinos; propionato; monensina sódica; lasalocida

Abstract

In this work we present a review of the literature on the use of ionophores in dairy cattle elaborated with research on articles in journals, textbooks, dissertations, theses, projects, which cite this question. It discusses the types of ionophores most used as Monensin Sodium and Lasalocid, as well as its mode of action, presents the effects of ionophores on nutrients, discusses the use and risk of ionophores intoxication, ionophores for dairy cattle and performance results of calves and dairy heifers. The objective of this study was to study the effects of ionophores on the performance, milk production and composition, ruminal fermentation parameters and economic viability in dairy cattle.

Keywords: Additions; bovine; propionate; monensin sodium; lasalocid

Introdução

Uma antiga busca dos nutricionistas de ruminantes é a melhora da eficiência da fermentação ruminal, por meio do aumento da produção de ácido propiônico, da diminuição da metanogênese ou da diminuição da proteólise e deaminação de proteínas no rúmen (DO N. RANGEL, 2008). Diante, dessas buscas, estudos levaram a descoberta de compostos que adicionados às rações controlam o metabolismo, aumentando a eficiência de utilização dos alimentos ou nutrientes (MACHADO, MADEIRA, 1990). Surgindo, os compostos denominados de aditivos, que de maneira geral é o termo dado a uma série de compostos que, apesar de não fornecer nenhum nutriente, atuam estimulando o crescimento, aumentando a eficiência de utilização dos alimentos ou possui efeitos benéficos sobre a saúde do animal (EMBRAPA, 2006).

Peres & Simas (2006) afirmaram que além dos benefícios à saúde, desempenho animal e maior lucratividade dos sistemas de produção, o uso de ionóforos em dietas de gado de corte e leite pode melhorar a qualidade do ar, através da redução da produção de gás metano originado na fermentação entérica e na quantidade de nitrogênio excretado, bem como a qualidade da água, pelo seu potencial em reduzir a quantidade de nitrogênio no esterco, que pode atingir os lençóis freáticos pós lixiviação.

Os estudos realizados com monensina têm registrado modificações na ingestão alimentar, na digestibilidade, na produção de gases, na produção de ácidos graxos, na utilização da proteína e no enchimento e na taxa de passagem pelo rúmen. Este ionóforo tem sido o principal produto utilizado como aditivo alimentar para bovinos, entre mais de setenta ionóforos conhecidos (SCHELLING, 1984). Pesquisas revelaram seus efeitos na fermentação ruminal, em que a produção de gás metano é reduzida em cerca de 30%, tornando maior a energia do alimento disponível para produção (RUSSEL, STROBEL, 1989; GANDRA, 2009). Os melhores desempenhos obtidos com o emprego do ionóforo são atribuídos principalmente à maior eficiência do metabolismo energético e nitrogenado no rúmen, ocorrendo ainda diminuição de distúrbios metabólicos, como acidose láctica e timpanismo.

Objetivou-se com esta revisão estudar os efeitos da utilização de ionóforos sobre o desempenho, produção e composição do leite, parâmetros de fermentação ruminal e viabilidade econômica em rebanhos leiteiros.

Aditivos

Pelo decreto 76.986 de 06 de Janeiro de 1976 é: “Substância intencionalmente adicionada ao alimento, com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique seu valor nutritivo, como os antibióticos, corantes, conservantes, antioxidantes e outros”.

Apesar do grande número de aditivos existentes, os normalmente utilizados na alimentação de ruminantes, e que se inserem na definição proposta, podem ser classificados em três grupos principais: antibióticos, substâncias tamponantes e ionóforos.

Ionóforos

Os antibióticos carboxílicos poliésteres, ou ionóforos, desenvolvidos como coccidiostáticos empregados na alimentação para aves são produtos da fermentação de várias espécies de *Streptomyces*. Os ionóforos são assim chamados por causa de sua propriedade transportadora de íons, possuindo capacidade de formar complexos lipossolúveis com cátions e mediar seu transporte através das membranas lipídicas (DO N. RANGEL, 2008).

Os principais ionóforos utilizados na alimentação de ruminantes são: monensina, sintetizada pelo *S. cinnamomensis*; Lasalocida sintetizada pelo *S. lasaliensis*; Narasina sintetizada pelo *S. aureofaciens*, e Salinomycin sintetizada pelo *S. albus* (AFONSO, *et al.*, 2000). No Brasil, somente a monensina e a lasalocida são liberados no uso para ruminantes, em função disto será dado enfoque nesses dois ionóforos específicos.

Tipos de ionóforos

Monensina sódica

A monensina sódica é utilizada para bovinos, sendo tóxica para cavalos e suínos. A monensina sódica foi utilizada inicialmente como coccidicida em aves nos Estados Unidos e vem sendo utilizada em confinamentos norte-americanos desde 1980 como promotor de crescimento. A monensina sódica é do grupo dos ionóforos cuja principal ação é destruir as bactérias gram-positivas, que agrupam as bactérias proteolíticas, as formadoras de ácido acético e as formadoras de ácido láctico (MARCUCCI *et al.*, 2014). A alimentação com monensina resulta também no aumento das concentrações de propionato.

Segundo Marcucci *et al.* (2014) a monensina atua sobre as bactérias proteolíticas, diminuindo a degradação desnecessária pelas mesmas. Assim sendo, as proteínas de 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.

Lasalocida

Não é segura para cavalos e suínos, porém menos tóxica que monensina sódica, pode ser incluído em suplementos secos e líquidos. Não foi ainda estabelecida segurança no uso conjunto de lasalocida e antibiótico, e não existe tempo de carência para o abate.

Modo de ação dos ionóforos

O modo de ação dos ionóforos consiste basicamente na modificação dos movimentos de íons na membrana celular de microrganismos ruminais (BERCHIELLI *et al.*, 2011), afetando a população microbiana ruminal. A monensina altera as proporções de ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen, principal fonte de energia dos ruminantes, aumentando a proporção de ácido propiônico e diminuindo a proporção de ácido acético e butírico e a relação acetato/propionato sem alterar a produção total de ácidos graxos voláteis (MARCUCCI *et al.*, 2014; FELLNER *et al.*, 1997), a produção de metano (MOURA, 2013; KENNELLY, LIEN, 1997) e a degradação ruminal da proteína dietética (HAYES *et al.*, 1996; EMBRAPA, 2006).

A monensina, através de sua ação seletiva, elimina partes das bactérias consideradas indesejáveis no processo de digestão, como as produtoras de CH₄, que podem ser responsáveis por perdas de até 10% da energia bruta ingerida pelo animal (DO N. RANGEL, 2008; RUSSELL, 1987). O mecanismo de ação dos ionóforos, sobre as bactérias ruminais está relacionado com fatores de resistência presentes na estrutura da parede celular, a qual é responsável por regular o balanço químico entre os meios interno e externo da célula, sendo este equilíbrio mantido por um mecanismo chamado de bomba iônica (EMBRAPA, 2006).

No rúmen, sódio (Na⁺) e potássio (K⁺) constituem os cátions extracelulares prevalentes, sendo a concentração do Na⁺ quatro vezes maior que a do K⁺. Entretanto, o K⁺ está em maior concentração no líquido intracelular dos microrganismos. Como resultado tem-se uma grande diferença de concentração entre esses cátions, o que, além de manter a pressão osmótica, gera um potencial elétrico (DO N. RANGEL, 2008; MACHADO, MADEIRA 1990; EMBRAPA, 2006).

A monensina, por exemplo, possui uma alta seletividade pelo Na^+ , mas pode também translocar K^+ e H^+ . O ciclo inicia-se com a forma aniônica da monensina, que se estabiliza na face polar da membrana celular e, por ser um ânion, é capaz de carrear consigo um cátion. Após a combinação com H^+ , o complexo se torna lipossolúvel, penetrando na membrana celular e atingindo o interior da célula, onde as forças eletrostáticas que mantinham o complexo já são suficientes para a manutenção da ligação; o complexo se desfaz, fazendo com que os ionóforos tome novamente a forma aniônica (DO N. RANGEL, 2008; RUSSELL, 1987). Esse mesmo processo volta a acontecer de dentro para fora da célula, porém com o K^+ sendo carreado. Numa segunda reação, o Na^+ é movido para dentro da célula e o H^+ , para fora. A primeira reação usualmente acontece com velocidade maior do que a segunda, ocasionando um acúmulo de H^+ no líquido intracelular. A célula responde a essa acidose pela troca H^+/Na^+ . Nessa tentativa de manutenção do equilíbrio, a célula perde grande quantidade de energia (ATPase) por manter ativas as bombas de “ Na^+/K^+ ” e a de prótons “ H^+/Na^+ ”. Com essa mudança no metabolismo, os microrganismos têm capacidade de crescimento e reprodução reduzida (DO N. RANGEL, 2008; SCHELLING, 1984). O efeito mais pronunciado que a monensina possui sobre esses microrganismos é a entrada de H^+ , porém essas bactérias possuem a vantagem de retirar esse próton por um sistema de transporte de elétrons ou síntese de ATP. Esse processo aumenta o requisito de energia de manutenção desses microrganismos sem, contudo, comprometer a sobrevivência. Isso porque as bactérias gram-negativas possuem o mecanismo de fosforização oxidativa, e passam a dispor de maior aporte de nutrientes por diminuição da competição com as gram-positivas (DO N. RANGEL, 2008). Além dessa vantagem, as bactérias gram-negativas produzem maior quantidade de energia por grama de substrato fermentado.

Vários trabalhos têm demonstrado que o principal mecanismo de ação dos ionóforos para melhorar a eficiência alimentar nos ruminantes está relacionado a mudanças na população microbiana do rúmen, selecionando as bactérias gram-negativas, produtoras de ácido propiônico, como mais resistentes, e inibindo as gram-positivas, maiores produtoras de ácido acético, butírico e láctico, H_2 e CH_4 (MCCAUGHEY *et al.*, 1997). Tal mecanismo foi proposto por RUSSELL (1987), segundo o qual, sob a ação da monensina, o *Streptococcus bovis*, bactéria Gram-positiva produtora de ácido láctico, sensível à droga, teve o seu crescimento inibido. Tal fato é atribuído à característica morfológica de sua parede celular, que não possui uma membrana externa e, com isto, permite este tipo de troca iônica provocada pelos ionóforos, que aumentam o fluxo de cátions através de sua membrana e alteram todo o equilíbrio energético celular.

Protozoários e fungos não possuem a membrana protetora externa, sendo também sensíveis à monensina quando avaliados em experimentos *in vitro*; todavia, em experimentos *in vivo* nem sempre isto ocorre. DENNIS *et al.* (1986), WAKITA *et al.* (1987), citados por MCGUFFEY *et al.* (2001), observaram que a salinomicina reduz o número de protozoários de bovinos consumindo dietas à base de forragem, porém este efeito desaparece após seis meses de fornecimento destes ionóforos. Fungos também parecem ser sensíveis aos ionóforos; entretanto, como os fungos crescem lentamente, eles contribuem muito pouco na digestão de dietas com altas taxas de passagem como as normalmente ofertadas a vacas leiteiras, não sendo verificado, portanto, efeito significativo dos ionóforos sobre fungos na fermentação (MCGUFFEY *et al.*, 2001).

Assim como os ionóforos, os suplementos lipídicos insaturados apresentam efeito tóxico sobre as bactérias gram-positivas do rúmen (NAGARAJA *et al.*, 1997), alterando a relação acetato:propionato, com produção de propionato às custas de acetato, redução da produção de metano e diminuição da amônia ruminal (LEOPOLDINO *et al.*, 2005).

A produção de gases, metano e carbônico, e sua eliminação para o meio, representam perda de energia do ecossistema ruminal proveniente do alimento digerido. Além disso, esses gases eliminados, por eructação, são responsáveis em parte pelo efeito estufa e destruição da camada de ozônio da atmosfera (PATINO, 2012). A utilização, portanto, de substâncias que reduzam essa perda de energia na forma de gases é de grande utilidade na alimentação de ruminantes.

Efeitos dos ionóforos sobre os nutrientes

Energia

O aumento no desempenho dos animais é atribuído principalmente à melhora da eficiência energética, devido ao aumento da produção do ácido propiônico, à redução da relação acetato/propionato e à diminuição da produção de CH₄, além da diminuição da produção de ácido láctico e da redução nas perdas de aminoácidos que seriam potencialmente fermentados no rúmen (RUSSELL, STROBEL, 1989).

Os ácidos graxos voláteis (AGV's) representam a principal fonte energética dos ruminantes, mas o dióxido de carbono e o metano representam uma perda energética. Durante a formação dos ácidos acético e butírico ocorre a produção de dióxido de carbono e metano, sendo que durante a formação do ácido propiônico isto não ocorre. Assim, com o aumento da quantidade de grãos na dieta há um aumento na produção de ácido propiônico no rúmen e menor será a energia perdida

com a formação destes gases (EMBRAPA, 2006). Segundo Schelling (1984), o propionato é a fonte energética mais flexível, sendo utilizado mais eficientemente pelos tecidos do corpo do que o acetato e o butirato, além de ser o único ácido graxo volátil utilizado para síntese de glicose no fígado, podendo ser oxidado diretamente no Ciclo de Krebs, garantindo a síntese de lactose e a produção de leite.

Devido à seleção das bactérias gram-negativas, ocorre maior produção ruminal de propionato, pois essas bactérias possuem a enzima fumarato redutase necessária para a conversão de fumarato em succinato, este sendo metabolizado a propionato (DO N. RANGEL, 2008). Concomitantemente, ocorre diminuição das proporções dos ácidos acético e butírico, sem alterar a produção total de AGV's no rúmen. Além disso, as bactérias utilizadoras de ácido láctico, que não são inibidas, produzem propionato a partir do lactato, contribuindo também para a maior concentração de propionato. Este é utilizado com mais eficiência pelo animal do que o ácido acético, ocasionando menor incremento calórico (DO N. RANGEL, 2008; GOODRICH *et al.*, 1984).

Proteína

O uso de ionóforos na ração diminui o crescimento de bactérias proteolíticas (HINO, RUSSELL, 1987) e inibe a deaminação e a proteólise (RUSSELL, MARTIN, 1984), embora a deaminação seja mais afetada que a proteólise. O decréscimo da concentração de amônia ruminal vai depender da taxa de proteína/carboidrato degradável no rúmen, uma vez que, em baixas taxas, a produção de amônia ruminal e a ação da monensina são mínimas.

Quando os animais são submetidos a dietas com excesso de proteína degradada no rúmen, grande quantidade de amônia é acumulada neste órgão. Nessa situação, a adição de monensina faz diminuir a amônia em 30%, e os aminoácidos poupados da deaminação são utilizados por outras bactérias, aumentando a concentração de proteína bacteriana no fluido ruminal (YANG, RUSSELL, 1993).

Existe um consenso entre os autores de que os ionóforos diminuem a degradação proteica e as concentrações de amônia ruminal, aumentando de 22 a 55% a quantidade de proteína sobrepassante devido à diminuição das enzimas proteolíticas e deaminativas, principalmente por redução dos peptostreptococos (DO N. RANGEL, 2008; SCHELLING, 1984), propiciando maior aporte de aminoácido ao intestino delgado, entre eles lisina e metionina.

O efeito dos ionóforos é maior em dietas à base de forrageiras ricas em proteínas, pois, sob estas condições, a taxa de degradação de proteína é maior que a taxa de fermentação de carboidratos e os níveis de amônia ruminal geralmente são altos (RUSSELL, 1996).

Inicialmente, a monensina foi comercializada como inibidor ruminal da produção de metano, mas também reduz a produção ruminal de amônia (MARCUCCI *et al.*, 2014) e, conseqüentemente, a perda ruminal de proteína.

Fibras

A monensina diminui a produção de lactato através da inibição do crescimento do *Streptococcus bovis*, bactéria que tem sido frequentemente citada como a principal causadora da acidose ruminal (RUSSELL, 1996). O enchimento ruminal e a taxa de passagem influenciam diretamente no período de permanência do alimento no rúmen, afetando a fermentação microbiana e a digestibilidade dos alimentos. Russell, Strobel (1989) verificaram, em experimentos *in vitro*, que quando a monensina era adicionada a uma mistura microbiana, havia uma diminuição da digestão da celulose. No entanto, estudos *in vivo* mostram que a digestibilidade da fibra permanece inalterada, o que possivelmente ocorre pela influência dos ionóforos no consumo de alimentos, já que estes reduzem a ingestão e, por conseqüência, diminuem a taxa de passagem de material sólido do rúmen para o intestino.

Deste modo, a partícula fibrosa permanece um maior tempo no ambiente ruminal, prolongando-se, assim, o tempo de fermentação (EMBRAPA, 2006). Outra contribuição indireta dos ionóforos sobre a digestibilidade da fibra é que ele mantém o pH mais elevado, propiciando melhores condições para o desenvolvimento de bactérias celulolíticas (RUSSELL, STROBEL, 1989).

Estudos demonstraram haver diminuição da digestibilidade da celulose no período de adaptação, porém esse efeito já não é mais detectado 21 dias após o início da utilização da monensina (SCHELLING, 1984; EMBRAPA, 2006).

Utilização e risco de intoxicação por ionóforos

A adaptação de bovinos aos ionóforos é recomendável, especificamente quando se utiliza monensina. Os sinais clínicos e lesões não são específicos. O diagnóstico presuntivo de intoxicação por ionóforo baseia-se na ocorrência de problemas alimentares caracterizados clinicamente por

anorexia, diarreia, dispnéia, ataxia, depressão, recumbência e morte. Não se conhece até o momento antídoto ou tratamento da toxidez induzida por ionóforos, mas é possível que a degeneração celular mediada por peroxidação lipídica possa ser minimizada com a suplementação de vitamina E e selênio (RODELLO, 2012). O uso inadequado desses agentes terapêuticos tem causado, em várias espécies animais, intoxicações caracterizadas, principalmente, por miopatia e cardiomiopatia degenerativas (RIET *et al.*, 2007).

A monensina pode ser fornecida para bovinos em pastejo por meio de suplemento protéico-energético para reduzir o risco de intoxicação em pasto. Nesse caso, recomendam-se 50 a 100 mg de monensina sódica/cabeça/dia nos primeiros cinco ou sete dias (fase de adaptação), passando a seguir a fornecer 200 mg/cabeça/dia em 450 g de suplemento (ELANCO, 1999). Se os animais param de receber monensina por mais de 72 horas, devem ser novamente adaptados ao aditivo (EMBRAPA, 2001). A monensina pode ser fornecida com tirosina ou acetato de melengestrol, não havendo tempo de carência para o abate. Bovinos alimentados de acordo com as recomendações não apresentaram monensina detectável nos tecidos comestíveis (menos de 0,05 ppm) (DONOHO, 1984).

A anorexia é citada pelos proprietários como um dos achados em comum aos bovinos que adoeceram, sendo este um dos sinais clínicos mais frequentemente descritos na intoxicação por ionóforos em bovinos (GONZALEZ *et al.*, 2005). A anorexia é provavelmente associada com a indução de algum tipo de informação sensorial como o sabor do agente tóxico ou com o mal estar resultante das alterações produzidas na fermentação ruminal (SHLOSBERG *et al.*, 1986).

Ionóforos para vacas leiteiras

As forragens tropicais podem gerar mais metano durante o processo fermentativo ruminal pelo fato de apresentarem altos teores de parede celular, representando perda de energia dos alimentos e interferindo no impacto ambiental.

Maximizar o consumo de energia na fase inicial da lactação é importante para o animal minimizar a mobilização de gordura corpórea e alcançar o pico de lactação, sem prejuízos na saúde e na persistência da lactação (POSSATTI *et al.*, 2014).

Elevar o nível de concentrado é a prática mais recomendada. Entretanto, altas quantidades de carboidratos não-estruturais podem acarretar desordens metabólicas e ruminais, influenciando negativamente o consumo e a produção leiteira (NRC, 2001). Como alternativa, o aumento na concentração energética das dietas pelo uso de gordura (DRACKLEY, 1999) e a adição de

ionóforos (MCGUFFEY *et al.*, 2001) têm apresentado perspectivas interessantes para melhorar o *status* energético de vacas em início de lactação.

A eficiência de utilização dos alimentos é considerada o principal fator nutricional a afetar a rentabilidade das propriedades leiteiras (BAUMAM, 1985), visto que as perdas resultantes do processo digestivo são expressivas. Estima-se que aproximadamente 30% da energia consumida é utilizada para produção de leite; 30% é excretada nas fezes; 3% na urina; 10% na forma de metano e 25% é eliminada na forma de calor (MILLER, WOLIN, 2001). Portanto, minimizar as perdas que ocorrem durante a digestão e o metabolismo de nutrientes pode ser um recurso para aumentar o retorno do capital investido na atividade leiteira.

Os ionóforos elevam a participação de bactérias gram-negativas no rúmen, alterando os produtos finais da fermentação, pelo aumento da proporção de propionato e pela redução das proporções de acetato e butirato e da produção de metano em até 30%. Como consequência, ocorre aumento da energia líquida das dietas (MCGUFFEY *et al.*, 2001).

As pesquisas que envolvem ionóforos para vacas em lactação têm produzido resultados divergentes, indicando haver interações entre os fatores dietéticos e fisiológicos envolvidos (IPHARRAGUERRE, CLARK, 2003).

No início da lactação, a utilização de monensina reduziu em 2% o consumo e aumentou a produção de leite em 9,2% (PHIPPS *et al.*, 2000). Também no início da lactação, Duffield *et al.* (1999) verificaram que a resposta à monensina foi dependente do escore corporal; enquanto não observaram resposta em vacas com escore corporal $\leq 3,25$, verificaram aumentos de 1,5% na produção de leite em vacas com escores entre 3,25 e 3,75 e de 7,4% naquelas com escores de 3,75.

Os ionóforos, normalmente, causam em animais em pasto melhorias no ganho de peso sem alterar o consumo de matéria seca, resultando em melhor conversão alimentar. Goodrich *et al.*, (1984) relataram melhoria de 7,5 % na conversão alimentar (resultados de 288 experimentos). Nagajara *et al.*, (1997) citaram redução de 4% no consumo de matéria seca, aumento de 5% no ganho de peso e melhoria de 9% na conversão alimentar (resultados de 35 experimentos nos países da Europa). Lana (1997), testando vários ionóforos apresentou em média, aumento de ganhos de peso diários de animais em 0,6% e consumo reduzido em 5,6% e a conversão alimentar melhorada em 6,4% (resultados de 137 experimentos bovinos alimentados com 30 ppm de monensina).

A monensina (Rumensin®) reduziu o consumo de matéria seca, à medida que aumentou o nível de concentrado e reduziu a relação acetato:propionato, independentemente do nível de concentrado (VARGAS *et al.*, 2001).

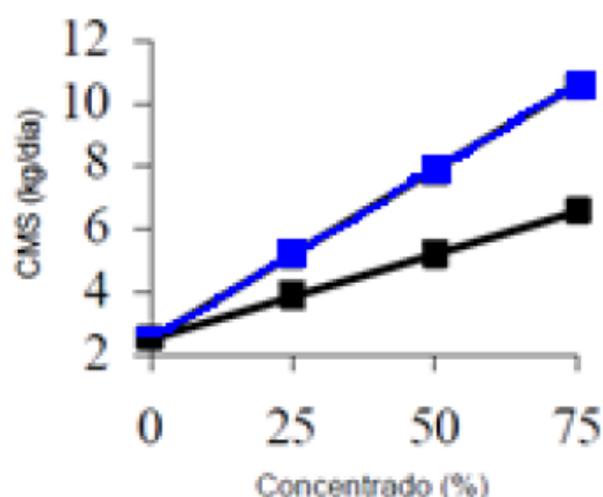


Figura 1 – Efeito do rumensin® (■) e nível de concentrado na dieta sobre o consumo de matéria seca. Fonte: Adaptado de Vargas *et al.* (2001).

Borges *et al.* (2008) testando a enramicina e a monensina em fêmeas bovinas não observaram efeito no consumo de MS, calculado em quilos/animal/dia, em porcentagem do peso vivo ou em g/kg de peso metabólico/dia. Autores como Green *et al.* (1999), Plazier *et al.* (2000), Ruiz *et al.* (2001) e Gallardo *et al.* (2005), ao utilizarem monensina, também não observaram alterações no consumo de MS.

Tabela 1 - Coeficientes de digestibilidade dos nutrientes em bovinos tratados com enraminicina ou monensina sódica em dietas predominantemente concentradas, com cana-de-açúcar como único volumoso.

	Tratamento			Média	CV (%)
	Controle	Enramicina	Monensina		
MS (%)	60,4	58,8	66,4	61,9	11,7
PB (%)	53,1	51,3	63,3	55,9	17,0
EE (%)	64,0	65,1	71,9	67,0	11,2
FDN (%)	41,5	29,7	39,1	36,8	61,4
FDA (%)	54,5	50,7	51,2	52,2	28,9
NDT (%)	62,4	60,9	68,1	63,8	10,8

Fonte: Adaptado Borges *et al.* (2008)

Em ruminantes alimentados com alta proporção de carboidratos rapidamente fermentáveis, os ionóforos reduzem o consumo de alimento e não modificam o ganho de peso, o que implica melhor conversão alimentar. Quando ruminantes são alimentados com dietas com elevadas quantidades de

forragem, os ionóforos não reduzem o consumo e melhoram o ganho de peso (DO N. RANGEL, 2008).

Resultados de estudos com vacas lactantes ou não lactantes utilizando-se monensina têm sido variáveis em relação à ingestão de MS e à produção leiteira, provavelmente em virtude das diferenças no estágio de lactação. Segundo Tedeschi *et al.* (2003), redução no consumo de MS é uma consequência quando os animais se alimentam apenas para suprir suas exigências energéticas. Tanto em vacas secas quanto em vacas lactantes em balanço energético positivo, a inclusão de monensina na dieta pode aumentar a energia disponível por unidade de alimento consumido (Mcal/kg), o que resulta em menor ingestão de MS. Entretanto, quando as vacas estão em balanço energético negativo, durante o início da lactação, esta energia adicional disponível promovida pela monensina é usada para melhorar o desempenho produtivo e/ou reduzir as perdas de reservas corporais.

A digestibilidade aparente total dos nutrientes não foi influenciada pela monensina, a síntese de nitrogênio microbiano foi afetada pela monensina quando utilizou-se 33 ppm na dieta de vacas (EIFERT *et al.* 2005). Neste mesmo estudo, Eifert *et al.*, (2005) relatou estímulo da monensina na digestão da fibra; porém, poucos trabalhos na literatura têm reportado este efeito (SHELLING, 1984), que pode ser explicado pela redução das contrações ruminais na presença de monensina, aumentando o tempo de retenção da digesta no rúmen (RUSSEL, STROBEL, 1989) e a ação do ionóforo sobre o controle de lactato no rúmen (NAGARAJA *et al.*, 1997).

A utilização de dietas com óleo de soja em combinação ou não com monensina promoveu redução no consumo de matéria seca, manteve a produção de leite e o consumo de energia, porém, reduziu a produção de leite corrigida (EIFERT *et al.* 2005b).

O efeito dos ionóforos sobre a digestibilidade ruminal pode ser influenciado por fatores como adaptação, dieta, estado fisiológico e idade dos animais, tempo de incubação, tipo e dose do produto utilizado, entre outros (LUCCI *et al.*, 2001).

Vários pesquisadores observaram aumento da digestibilidade aparente da PB com o uso de ionóforos na dieta (LANA *et al.*, 2000; BARBOSA *et al.*, 2001).

Zeoula *et al.* (2008) verificaram aumento na digestibilidade da FDN e FDA, com o uso do probiótico nas rações, e relataram que esses, parecem estar relacionados a melhor atividade das bactérias celulolíticas. Esses autores, afirmaram que a adição da monensina sódica em rações com 50:50% de volumoso:concentrado tem efeito benéfico sobre a fermentação ruminal e a utilização dos nutrientes em bovinos e bubalinos.

A monensina pode ser utilizada no início da lactação em vacas de alta produção na tentativa de amenizar o balanço energético negativo e diminuir o risco de desordens metabólicas (DUFFIELD *et al.*, 2003).

Conti *et al.* (2008) trabalharam com vacas holandesas de alta produção no início de lactação e a monensina em cápsulas de liberação controlada (300 mg/animal/dia) não alterou a produção e a composição do leite, a contagem de células somáticas no leite, a condição corporal e a concentração de glicose e beta-hidroxibutirato (BHBA) no soro das vacas.

Ipharraguerr, Clark (2003), observaram aumento médio de 7% na produção de leite em 14 experimentos. Esses autores afirmaram que a influência do ionóforo na produção de leite não depende de quando é iniciada a administração do ionóforo durante o estágio de lactação, mas do tipo de alimento fornecido às vacas. Observando os efeitos da monensina em cápsulas de liberação controlada, Conti *et al.* (2008) relataram que a suplementação com monensina foi eficaz em diminuir a retenção de placenta. Do total de vacas controle, 32% apresentaram retenção e, das suplementadas com monensina, 9% apresentaram retenção. O ionóforo reduziu em 23% a incidência de retenção de placenta nas vacas neste estudo. Melendez *et al.* (2006) observaram diminuição de 3,9% em vacas multíparas e Duffield *et al.* (2002) redução de 25% na incidência de retenção de placenta em vacas no pós-parto sob suplementação com monensina. Esses autores argumentaram que a monensina melhora o sistema imune dos animais, uma vez que favorece o balanço energético provido pelo ionóforo.

A suplementação de monensina para vacas Holandesas de alta produção no início de lactação não modifica a produção e a composição do leite, contudo, diminui a concentração de AGNE 60 dias após o parto e a incidência de laminite e retenção de placenta nas vacas no pós-parto (CONTI *et al.*, 2008). A literatura tem reportado diminuição no teor de gordura do leite quando monensina ou lasalocida é fornecida a vacas lactantes (MCGUFFEY *et al.*, 2001; IPHARRAGUERRE , CLARK, 2003).

Eifert *et al.* (2005) testaram dietas com monensina (33 ppm), óleo de soja (3,9%) e a associação desses ingredientes e não verificaram efeito das dietas para a porcentagem de lactose, principal constituinte e determinante do volume do leite, confirmando os valores observados para a produção de leite que também não foram alterados pelas dietas. A produção de proteína também não foi influenciada. Porém, enquanto a monensina aumentou a porcentagem de proteína do leite (2,87 vs 2,77%), o óleo reduziu sua concentração (2,76 vs 2,87%).

Eifert *et al.* (2006) observaram que a monensina não alterou a proporção dos ácidos graxos de cadeias curta (AGCC, C4:0-C10:0), média (AGCM, C12:0-C16:0) ou longa (> que C17:0). E,

relataram evidências, indicando que a monensina aumenta os ácidos graxos insaturados do leite, por inibir a bio-hidrogenação ruminal. Ainda, de acordo com os autores supracitados, a monensina, o óleo de soja e a associação destes, não influenciaram o conteúdo de CLA *cis-9 trans-11* C18:2, mas, tanto óleo de soja como monensina aumentam *trans-11* C18:1 no leite, que pode ser convertido em CLA no tecido humano e melhorar a qualidade nutritiva do leite.

O uso de monensina em dietas contendo lipídeos insaturados, como aquelas contendo soja ou caroço de algodão, pode ter efeito benéfico adicional, pois a monensina diminui a transformação desses lipídeos em ácidos graxos livres (VAN NEVEL & DEMEYER, 1995), altamente tóxicos para os microrganismos ruminais (TEDESCHI et al., 2003).

Resultados de desempenho de bezerros e novilhas leiteiras

Resultados de diversos trabalhos mostram melhorias no controle da coccidiose e no desempenho de bezerros em aleitamento consumindo ionóforos como a monensina e a lasalocida (SINKS *et al.*, 1992). Entretanto, em outros trabalhos não foram observadas vantagens no uso de ionóforos para bezerros em aleitamento quando o objetivo é alcançar melhores desempenhos e desenvolvimento ruminal mais precoce por meio de alterações nos padrões de fermentação ruminal (NUSSIO *et al.*, 2002; NUSSIO *et al.*, 2003).

O desenvolvimento e o ganho de peso de novilhas leiteiras devem ser equilibrados. Portanto, o fornecimento de uma alimentação deficiente, que não supra sua necessidade nutricional, determina um atraso na vida reprodutiva e produtiva, tornando-a inviável economicamente (SARTORI, 2007).

Substâncias que melhoram a eficiência alimentar, como os ionóforos, que promovem alterações na fermentação ruminal, podem ser úteis quando fornecidas a novilhas leiteiras mantidas em regime de confinamento (OLIVEIRA *et al.*, 2009). Oliveira *et al.* (2009) não verificaram influência significativa do nível de monensina (0, 14, 28 e 42 mg/kg MS ingerida) sobre os consumos de matéria seca em kg/dia, em porcentagem do peso vivo e relação ao peso metabólico. Os níveis de monensina não influenciaram ainda os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro. De acordo com o NRC (2001), em novilhas leiteiras, a ingestão de alimentos não é significativamente alterada pela suplementação com ionóforos. Sobretudo afirma que uma das vantagens no fornecimento de monensina a novilhas leiteiras é a melhora no desempenho reprodutivo.

A análise de custos relativa à alimentação evidenciou-se que o ionóforo elevou o custo do confinamento. No entanto, a adição de 28 mg de monensina promoveu benefício de 1,43% em relação à dieta controle, com lucro de 1 centavo de dólar para cada quilo de peso vivo adquirido, um reflexo da leve redução no consumo de matéria seca associado ao pequeno aumento no ganho de peso diário (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Oliveira *et al.* (2009) concluíram que a adição de monensina sódica na dieta de novilhas holandesas em confinamento eleva o custo da alimentação e não influencia os consumos de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro nem o ganho de peso médio diário, a conversão alimentar e as alturas de cernelha e garupa.

A adição de monensina melhora as condições ruminais, em alimentação com maior quantidade de concentrado, proporcionando aumento na digestibilidade do alimento, resultando em maior quantidade de nutrientes a ser aproveitado pelo animal, para melhor condição de desenvolvimento. Melhores resultados foram obtidos com o nível de 1,8 mg de monensina/kg de PV (SALLES, LUCCI, 2000).

Costa *et al.* (2007) testaram o efeito da adição de 200 mg de monensina/animal/dia e verificaram que a suplementação com ionóforo não teve efeito sobre a excreção de N, o balanço de N e a eficiência de retenção do N consumido. Segundo Russell, Strobel (1989), a monensina reduz a produção ruminal de amônia pela inibição da população de bactérias gram-positivas, fermentadoras obrigatórias de aminoácidos e com alta capacidade de produção de amônia, como, por exemplo, as espécies *Peptostreptococcus anaerobius* C, *Clostridium sticklandii* SR e *Clostridium aminophilum* F. A hidrólise de proteínas por enzimas microbianas ruminais libera peptídeos, que são quebrados em aminoácidos e amônia e incorporados como proteína microbiana. Havendo menor produção de amônia, ocorre maior acúmulo de peptídeos e aminoácidos no rúmen, favorecendo seu maior fluxo para o intestino delgado, com menores perdas ruminais de proteínas dietéticas (RUSSELL *et al.*, 1988; CHEN, RUSSELL, 1991).

Oliveira *et al.* (2006) verificaram que, em condições tropicais, o tratamento com monensina não interferiu no crescimento microbiano quando comparado ao controle. A monensina inibiu a atividade específica de produção de amônia, mas não manteve a atividade específica de produção de amônia em baixos níveis, indicando reação diferente dos microrganismos ruminais de animais em clima tropical aos ionóforos, motivo provável da ausência de efeito da monensina sódica neste experimento.

Conclusão

Os ionóforos são uma classe única de antibióticos, que modulam a fermentação ruminal e possuem ainda efeitos terapêuticos, com isso, promovem de forma segura o desempenho de bovinos, tornando-os mais eficientes na produção de carne e leite.

O emprego de ionóforos beneficia os animais (bem-estar; saúde e desempenho), o produtor (economia) e o meio ambiente (menor quantidade de recursos para produção de dejetos).

Referências bibliográficas

- AFONSO, J.A.B.; *et al.* Características e indicações clínicas dos ionóforos para ruminantes. **Revista CFMV**, Brasília, v.6, n.20, p.29-36, Mai/Jun/Jul/Ago 2000. Suplemento Técnico.
- BARBOSA, N.G.S.; LANA, R.P.; MÂNCIO, A.B. Fermentação da proteína de seis alimentos por microrganismos ruminais, incubados puros ou com monensina ou rumensin®. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1316–1324, 2001.
- BAUMAN, D.E.; MCCUTCHEON, S.N.; STEINHOOR, W.D.; *et al.* Sources of variation and prospects for improvement of productive efficiency in the dairy cow. **Journal of Animal Science**, v.60, p.583-592, 1985.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. 2ª ed. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 583 p., 2011.
- BORGES, L. F. O; PASSINI, R.; MEYER, P. M.; *et al.* Efeitos da enramicina e da monensina sódica no consumo de matéria seca, na fermentação ruminal e no comportamento alimentar em bovinos alimentados com dietas com alto nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.681-688, 2008.
- CHEN, G.; RUSSELL, J.B. Effect of monensin and a protonophore on protein degradation, peptide accumulation, and deamination by mixed ruminal microorganisms *in vitro*. **Journal of Animal Science**, v.69, n.5, p.2196-2203, 1991.
- CONTI, R. M. C.; SALLES, M. S. V.; SCHALCH, E. Efeitos da administração de monensina por meio de cápsulas de liberação controlada no desempenho de vacas Holandesas no início da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.890-895, 2008.
- COSTA, P. B.; QUEIROZ, A. C.; RODRIGUES, M. T.; *et al.* Desempenho de novilhas leiteiras sob manejo para crescimento compensatório recebendo suplementação com ionóforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.461-470, 2007.
- DENNIS, S.M.; NAGARAJA, T.G.; DAYTON, A.D. Effect of lasalocid or monensin on lactate-producing or using bacteria. **Journal of Animal Science**, v.41, p.251-256, 1986.
- DO N. RANGEL, A. H.; LEONEL, F. DE P.; ALVES, S. A.; DE MENDONÇA JÚNIOR, A. F. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra** [en linea] 2008, 8 (primer semestre-Sin mes): [Data de de consulta: 6 de março de 2018] Disponível em:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50080129>>ISSN 1519-5228.
- DONOHO, A.L. Biochemical studies on the fate of monensin in animals and in the environment. **Journal of Animal Science**. v. 58, n. 6, p. 1528-1539, 1984.
- DRACKLEY, J.K. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2259-2273, 1999.

- DUFFIELD, T.F.; *et al.* Efficacy of monensin for the prevention of subclinical ketosis in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.11, p.2866-2873, Nov. 2003.
- EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; LANNA, D. P. D.; *et al.* Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e monensina no início da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.219-228, 2006.
- EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; LEÃO, M. I.; *et al.* Efeito da combinação de óleo de soja e Monensina na dieta sobre o consumo de matéria seca e a digestão em vacas lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.297-308, 2005.
- ELANCO, A.H. (Indiana, EUA). **Rumensin®**. Disponível: site Elanco Animal Health. URL:<http://www.elanco.com/products/rumensin/rumensin80pim.html>. Acesso em 6 Jun 2018.
- 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.
- FELLNER, V.; SAUER, F.D.; KRAMER, J.K.G. Effects of nigericin, monensin and tetronasin on biohydrogenation in continuous flow-through ruminal fermenters. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.921-928, 1997.
- GALLARDO, M.R.; CASTILLO, A.R.; BARGO, F.; *et al.* Monensin for lactating dairy cows grazing mixed-alfalfa pasture and supplemented with partial mixed ration. **Journal of Dairy Science**, v.88, n.2, p.644-652, 2005.
- GANDRA, J. R. **Avaliação do uso de monensina sódica em rações de vacas leiteiras: desempenho produtivo e resíduos no leite**. 2009. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- GONZALEZ, M.; BARKEMA, H. W.; KEEFE, G. P. Monensin toxicosis in a dairy herd. **Canadian Veterinary Journal**, Ottawa, v. 46, n. 10, p. 910-912, 2005.
- GOODRICH, R.D.; *et al.* Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1484-1498, June 1984.
- GREEN, B.L.; McBRIDE, B.W.; SANDALS, D.; *et al.* The impact of a monensin controlled-release capsule on subclinical ketosis in the transition dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.2, p.333-342, 1999.
- HAYES, D.P.; PFEIFFER, D.U.; WILLIAMSON, N.B. Effect of intraruminal monensin capsules on reproductive performance and milk production of dairy cows fed pasture. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1000-1008, 1996.
- IPHARRAGUERRE, I.R.; CLARCK, J.H. Usefulness of ionophores for lactating dairy cows: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.39-57, 2003.
- KENNELLY, J.J.; LIEN, K.A. Effect if ionophore supplementation on milk components from lactating cows. In: A SYMPOSIUM HELD, 1., 1997, Ontario. **Proceedings...** Ontario: Ontario Veterinary College, 1997. p.40-49.
- LANA, R.P.; CUNHA, L.T.; BORGES, A.C. Efeito da monensina na fermentação da proteína de algumas fontes de alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.1868-1875, 2000.
- LANA, R.P.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B.; PERRY, T.C. Influence of Monensin on Holstein Steers Fed High-Concentrate Diets Containing Soybean Meal or Urea. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2571-2579, 1997.
- LEOPOLDINO, W.M.; LANA, R.P.; BORGES, A.C.; *et al.* Efeito do pH *in vitro* sobre a resistência de bactérias do rúmen à perda de potássio intracelular e efeito do pH e de ionóforos sobre a produção de amônia e proteína microbiana. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, p.777-783, 2005.
- LUCCHI, C.S. **Energia e Alimentação. Nutrição e manejo de bovinos leiteiros**. São Paulo: Manole, 1997. Cap.3, p.43-61.

- MACHADO, P.F.; MADEIRA, H.M.F. **Manipulação de nutrientes em nível de rúmen – efeitos do uso de ionóforos.** In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. *Novas tecnologias em produção animal: bovinocultura de corte.* Piracicaba: FEALQ, 1990. p.41-58.
- MARCUCCI, M. T.; TOMA, H. S.; SANTOS, M. D. dos; ROMERO, J. V.; MONTEIRO TOMA, C. D.; CARVALHO, A. de M.; CAMARGO, L. M. de. Efeito do aditivo monensina sódica no metabolismo ruminal de bovinos de corte. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, n. 22, 2014.
- McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON, J.I.D. Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.E194-E203, 2001. E Supplement.
- MELLENDEZ, P.; GONZALEZ, G.; BENZAQUEN, M.; *et al.* The effect of a monensin controlled-release capsule on the incidence of retained fetal membranes, milk yield and reproductive responses in Holstein cows. **Theriogenology**, v.66, p.234-241, 2006.
- MILLER, T.L.; WOLI-N, M.J. Inhibition of growth of methane-producing bacteria of the ruminant forestomach by hydroxymethylglutaryl-ScoA reductase inhibitors. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1445-1448, 2001.
- MOURA, L.M. **Monensina Sódica e Virginiamicina para bovinos de corte: Desempenho e simulação econômica.** 25f. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.
- NAGAJARA, T.G., NEWBOLD, C.J., VAN NEVEL, C.J. Manipulation of ruminal fermentation. In: Hobson, P. N., Stewart, C. S. (eds). **The Rumen Microbial ecosystem.** Blackie Academic e professional, London. p. 523-632, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7ª Ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 408p.
- NUSSIO, C.M.B.; SANTOS, F.A.P.; ZOPOLLATTO, M.; *et al.* Parâmetros de fermentação e medidas morfométricas dos compartimentos ruminais de bezerros leiteiros suplementados com milho processado (floculado vs. laminado a vapor) e monensina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.1021-1031, 2003.
- OLIVEIRA, J.S.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P.; *et al.* Efeito da monensina e da própolis sobre a atividade de fermentação de aminoácidos *in vitro* pelos microrganismos ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.275-281, 2006.
- 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 12 Jun 2018.
- PERES, J.R.; SIMAS, J. Perspectivas da utilização de ionóforos na produção de bovinos. *Anais do 8º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos.* 2006.
- PHIPPS, R.H. A study over two lactation: the effect of monensin on milk production, health and reproduction in lactating dairy cows. In: A SYMPOSIUM HELD, 1., 1997, Ontario. **Proceedings...** Ontario: Ontario Veterinary College, 1997. p.26-39.
- PLAIZER, J.C.; FAIRFIELD, A.M.; AZEVEDO, P.A.; *et al.* Effects of monensin and stage of lactation on variation of blood metabolites within twenty-four hours in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.3595-3602, 2005.
- POSSATTI, C. D.; HADDADE, I. R.; KILL, J. L.; HAESE, D.; NETO, A. B.; SIMON, C.P.; ROCHA, I. A.; DO NASCIMENTO, J. V. M.; GARCIA, W. A. Monensina sódica sobre vacas em fase inicial de lactação: produção de leite e peso vivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 1, p. 92-97, Jan 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S010384782015000100092&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 14 Jun 2018, Epub 09-Set-2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20131684>.
- 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.

RIET-CORREA, F.; SCHILD, A. L.; MENDEZ, M. D. C.; LEMOS, R. A. A. Intoxicação por antibióticos ionóforos, In__ RIET-CORREA, F.; SCHILD, A. L.; MENDEZ, M. D. C.; LEMOS, R. A. A. (ed.). **Doenças de ruminantes e equinos**. São Paulo: Editora Varela, p.186-191, 2001.

RODELLO, L. **Intoxicação por monensina em pequenos ruminantes**. Botucatu – SP. 2012. Disponível em: <http://www.farmpoint.com.br/radarestecnicos/sanidade/intoxicacao-por-monensinaem-pequenos-ruminantes-80768n.aspx>. Acesso em 09 Jun 2018.

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

RUSSELL, J.B. Bacteria: mechanisms of ionophore action in ruminal bacteria. In: SYMPOSIUM SCIENTIFIC UPDATE ON RUMENSIN/TYLAN FOR THE PROFESSIONAL FEEDLOT CONSULTANT, 1996, Amarillo, TX, Indianapolis. **Proceedings...** Indianapolis: Elanco Animal Health, 1996. p.1-19.

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

RUSSELL, J.B.; MARTIN, S.A. Effects of various methane inhibitors on the fermentation of amino acids by mixed rumen microorganisms *in vitro*. **Journal of Animal Science**, v.59, p.1329-1338, 1984.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effects of additives on *in vitro* ruminal fermentation: a comparison of monensin and bacitracin, another gram-positive antibiotic. **Journal of Animal Science**, v.66, n.2, p.552-558, 1989.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J.; CHEN, G. The enrichment and isolation of a ruminal bacterium with a very high specific activity of ammonia production. **Applied and Environmental Microbiology**, v.54, p.872-877, 1992.

SALLES, M.S.V., LUCCHI, C.S. Monensina para bezerras em crescimento acelerado. 1. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p.573-581, Mar/Abr. 2000.

SARTORI, R. Manejo reprodutivo da fêmea leiteira. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.2, p.153-159, 2007.

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

SHLOSBERG, A., HARMELIN, A., PERL, S., PANO, G., DAVIDSON, M., ORGAD, U., KALI, U., BOR, A., VAN HAM, M., HOIDA, G., YACOBSON, B., AVIDAR, Y., ISRAELI, B-A., BOGIN, E. Cardiomyopathy in cattle induced by residues of the coccidiostatic maduramicin in poultry litter given as a feedstuff. **Veterinary Research Communications**, Amsterdam, v. 16, n. 1, p. 45-58, 1992.

SINKS, G.D.; QUIGLEY III, J.D.; REINEMEYER, C.R. Effects of lasalocid on coccidial infection and growth in young dairy calves. **Journal of American Veterinary Medicine Association**, v.200, p.1947, 1992.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. **Journal Environ. Qual.** 32: 1591-602, 2003.

VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Lipolysis and biohydrogenation of soybean oil in the rumen *in vitro*: Inhibition by antimicrobials. **Journal of Dairy Science**, 78, p. 2797-2806. 1995.

VARGAS, L. H.; LANA, R. P.; MÂNCIO, A. B.; *et al.* Influência de Rumensin®, Óleo de Soja e Níveis de Concentrado sobre o Consumo e os Parâmetros Fermentativos Ruminais em Bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1650-1658, 2001.

ZEOULA, L. M.; BELEZE, J. R. F.; GERON, L. J. V.; *et al.* Digestibilidade parcial e total de rações com a inclusão de ionóforo ou probiótico para bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.563-571, 2008.

Recebido em 14/06/2018

Aceito em 25/06/2018