

SUPLEMENTAÇÃO COM IONÓFOROS NA NUTRIÇÃO DE BOVINOS
(Revisão de Literatura)

IONOPHORE SUPPLEMENTATION IN CATTLE NUTRITION
(Literature Review)

Fabício André SILVA^{1*}; Rodolfo Claudio SPERS².

*1*Médico Veterinário Especialista em Nutrição animal do Curso de Pós Graduação em Nutrição da Produção de Bovinos de Corte e Leite da Faculdade Qualittas - Goiânia, GO.*

vet.fabricio@hotmail.com

2Professor do Curso de Medicina Veterinária da Universidade de Marília – UNIMAR & Pós Graduação em Nutrição da Produção de Bovinos de Corte e Leite da Faculdade Qualittas – São Paulo - SP.

rcspers@terra.com.br

Resumo

O presente trabalho busca salientar aspectos inerentes ao uso de ionóforos na nutrição de bovinos a partir da realização de uma revisão de literatura, dialogando autores que tratam sobre o tema. Num primeiro momento, foi apresentado um debate acerca de conceituações sobre os ionóforos, discussão essa que seguiu através da explanação sobre os modos de ação dessa substância, seus efeitos e seu diagnóstico. O trabalho adotou metodologia pautada em pesquisa bibliográfica. As obras analisadas foram obtidas por meio de pesquisa na plataforma Google Acadêmico. a observação feita sobre uso dos ionóforos no Brasil é que, apesar de em alguns locais da Europa haver restrições sobre esses produtos, o Brasil ainda se utiliza do meio para proporcionar não somente melhorias na alimentação dos bovinos, por exemplo, como também aumentar a rentabilidade dos produtores.

Palavras-chave: Ionóforos. Nutrição bovina. Revisão de literatura.

Abstract

The present work seeks to highlight aspects inherent to the use of ionophores in bovine nutrition based on a literature review, dialoguing with authors who deal with the subject. At first, a debate was presented about conceptualizations about ionophores, a discussion that followed through the explanation of the modes of action of this substance, its effects and its diagnosis. The work adopted a methodology based on bibliographical research. The works analyzed were obtained through a search on the Google Scholar platform. The observation made about the use of ionophores in Brazil is that, although in some places in Europe there are restrictions on these products, Brazil still uses the medium to provide not only improvements in cattle feeding, for example, but also to increase profitability of the producers.

Keywords: Ionophores. Bovine nutrition. Literature review.

REVISÃO DE LITERATURA

A descoberta dos efeitos do crescimento em animais através dos antibióticos ocorreu em 1940 com os estudos do pesquisador Harned, a pesquisa mostrou que a Clorortetraciclina oportunizou elevação no peso de aves, apesar do estudo se tratar de uma busca para avaliar características farmacológicas do antibiótico. Em 1946, com os estudos de Moore, foi descoberto a potencialização de crescimento e esterilização do trato intestinal (FLEITAS, 2021).

Os estudos avançaram nas décadas seguintes, onde os estudos sobre antibióticos e ionóforos em ruminantes tinham como objetivo a prevenção de patologias advindas de microorganismos do trato gastrointestinal e passaram a ser utilizados apenas na década de 1970.

Em 1971, foi autorizado a utilização do produto em aves para controle de coccidiose, doença causada por parasitas protozoários do gênero *Eimeria*, invadindo e afetando o trato gastrointestinal reduzindo a absorção de nutrientes.

Apenas em 1975, os Estados Unidos da América, aprovam a utilização dos aditivos em bovinos confinados. (SITTA, 2011).

1.1 Os ionóforos

O ionóforo é uma molécula que se dissolve em lipídios, que usualmente é sintetizada por microorganismos. Os ionóforos são pequenas moléculas que ligam um íon, protegendo sua carga do ambiente ao redor para facilitar a travessia para o interior hidrofóbico da membrana lipídica. Além disso, são formadores de canais que introduzem poro hidrofílico na membrana (WIKIPÉDIA, 2020).

A molécula de ionóforo atua de forma permeável da membrana que altera o fluxo iônico, assim, permitindo a entrada de cátions e a saída de potássio provocando alterações na concentração dos íons e reduzindo o potencial de hidrogênio no citoplasma da célula bacteriana (FLEITAS, 2021).

No Brasil, o uso da substância foi aprovada ainda em 1990. Atualmente, existem seis ionóforos aprovados no país sendo um aprovado para aves e bovinos, que é o aditivo monensina, e um indicado para suínos e bovinos, a substância de salinomicina. Esses produtos segundo Sitta (2011), atuam como promotores de crescimento do animal.

1.2 Modo de ação dos ionóforos

O modo de ação dos ionóforos pode ser dividido em dois tipos: o primeiro é o básico, que é caracterizado pela interferência dos ionóforos na membrana celular dos microorganismos presentes no rumem. O segundo tipo é o sistêmico que está intrinsecamente ligado a forma que os animais respondem a modificação do metabolismo das bactérias presentes.

O modo de ação também se dá através das bactérias ruminais que podem ser divididas em substrato e que fermentam carboidratos fibrosos, metanogênicas, proteolíticas, lácticas e lipolíticas. Os ionóforos são bacteriostáticos e seu

[...] mecanismo de ação dos ionóforos sobre 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 osmolaridade, utiliza sua energia, de forma excessiva, até deprimir suas reservas, o que afeta o crescimento das bactérias gram-positivas e favorece o das gram-negativas (RANGEL et al., 2008). (GONÇALVES et.al., 2012, p. 133).

O mecanismo de ação dos ionóforos possui habilidades em alterar o fluxo de cátions através da membrana. Além disso, segundo Veiga et.al., (2022), as bactérias Gram-positivas tem menor resistência que a Gram-negativas. Isso se deve porque existe um envoltório celular constituído por uma parede celular e uma membrana externa para proteção, formada por proteínas, lipopolissacarídeos e lipoproteínas. Além disso, a maioria dos ionóforos é maior que 600 Da e, conseqüentemente, não passa através das porinas, tornando as células impermeáveis aos ionóforos.(VEIGA et.al., 2022, p.2).

1.3 Efeitos dos ionóforos

Sobre os efeitos dos ionóforos na fermentação ruminal, fica destacado que o ácido graxos voláteis exercem papel como fonte de energia fundamental. O efeito dos ionóforos na produção de ácidos graxos voláteis é um processo biológico responsável por fermentar bactérias resistentes. De acordo com as revisões de Veiga et.al., (2022), destacaram que os efeitos dos diferentes aditivos como monensina¹ e própolis na fermentação ruminal de aminoácidos segundo

¹ Os resultados da monensina e salinomocina na literatura verificado sobre o consumo de suplemento e desempenho pode estar relacionado aos aspectos como aumento da concentração ruminal de ácido propiônico com redução nas concentrações dos ácidos acéticos e butírico, levando ao aumento na eficiência energética e resultam em menor consumo de alimentos.(VEIGA et.al., 2022, p. 6).

Oliveira et al. (2006) descreveram que a produção de amônia normalizou assim que o ionóforo monensina foi removido do meio de cultura, resultado que pode ser explicado em razão do restabelecimento da população de bactérias produtoras de amônia, comprovando que esse antibiótico inibe estes microrganismos. Em decorrência da mudança na população microbiana, há uma alteração também nos produtos finais da fermentação, de forma geral as pesquisas têm reportado uma diminuição na razão de acetato e propionato. (VEIGA et.al., 2022, p.3)

Sobre os efeitos dos ionóforos no consumo de alimento para os ruminantes, eles são variáveis, mas que tem aumentado a eficiência, bem como o aumento de peso. Essa eficiência alimentar é em decorrência do aumento na proporção de propionato em relação ao componente acetato², que gera uma queda na produção de metano e degradação de proteína.

De acordo com Paula (2021) o aumento do propionato é benéfico da inclusão de monensina para fermentação ruminal, já que o propionato é um substrato para gliconeogênese, fonte de glicose para o animal e serve como dreno de H⁺.

Essa redução da produção de H⁺ além de manter um ambiente menos ácido, reduz a produção de metano que do ponto de vista de fermentação ruminal é benéfico, sabendo que o metano possui dois efeitos principais no rúmen, remover os íons de H⁺ do meio, evitando a redução do pH e danos ao crescimento de bactérias celulolíticas; e o segundo perda de energia para o ruminante, que pode representar até 12% da energia bruta consumida pelo animal (JOHNSON E JOHNSON, 1995). A alimentação com monensina resulta em aumento das concentrações de propionato e redução das concentrações de acetato ruminal, além de reduzir consequentemente a produção de metano (GOODRICH et al., 1984; JOYNER et al., 1979; THORNTON e OWENS, 1981 apud PAULA, 2021, p. 61).

A de moderação na produção de metano é primordial para o meio ambiente, pois o índice de poluentes na camada de ozônio tem redução significativa.

² O acetato é precursor da síntese de ácidos graxos a serem depositados nos ruminantes. Para que o acetatos sejam incorporados aos ácidos graxos, deve ser convertido em acetil-CoA.

Segundo Veiga et.al., (2022), a redução da alimentação com o uso de ionóforos e outros aditivos podem aumentar a produção de leite o que para os pesquisadores contribuem com a hipótese de que a salinomicina pode melhorar o desempenho dos animais, já que ela não tem efeito redutor no consumo.

Em um experimento com dieta de monensina, verificou a redução de protozoários ciliados. A pesquisa apresentou que a população original foi restabelecida [...] (para alto e baixo concentrado, respectivamente), assim como a emissão de metano. Porém, a diminuição da relação acetato: propionato, assim como a concentração de N-amoniaco persistiu (GONÇALVES, 2012, p. 136).

Para Felitas (2021), com base nos estudos de Pereira et.al., (2015), é importante que haja aumento progressivo de doses da monensina porque pode contribuir com a redução do tempo de ruminação sem reduzir o consumo de água e aumentar ócio dos animais.

Sobre os efeitos dos ionóforos na digestão o primeiro a ser apresentado é a capacidade de redução de bactérias Gram-positivas no rumem. Assim, aumentando o processo de digestão dos nutrientes deixando-os mais propensos a energia e nitrogênio dos alimentos para o organismo do animal (VEIGA et.al., 2022). Outra ponderação a ser feita com base na pesquisa de Veiga et.al., é que os ionóforos têm maior potencialidade para a digestão de fibras e de proteínas brutas. Além disso, algumas pesquisas apontam que para além da capacidade de atuação do ionóforo sobre o ph, ruminal, ele também pode exercer uma atuação no local de digestibilidade na fibra.

Além dos efeitos sobre a digestão da fibra, os ionóforos também exercem uma função importante na digestão de proteína, esses aditivos podem afetar o desenvolvimento de algumas bactérias que promovem proteólise e deaminação no rúmen dos animais, em consequência diminuem a degradação da proteína nesse ambiente, permitindo a sua digestão. Schelling (1984), também reportam a importante função do ionóforo em aumentar a quantidade de aminoácidos glicogênicos na corrente sanguínea oriundos do intestino delgado. Visto que ao diminuírem as bactérias que promovem a proteólise e desanimação no rúmen, reduzem a degradação das proteínas nesse compartimento, favorecendo a sua digestão posterior ao rúmen. (VEIGA et.al., 2022, p.7).

A elevação da digestibilidade da fibra em ruminante que recebem o aditivo de ionóforos podem ter maior retenção de fibra no rúmen o que pode favorecer a digestão microbiana³. Segundo Shelling (1984 apud GONÇALVES et.al., 2012), os ionóforos melhoram a digestibilidade da fibra. Portanto reduz a ingestão, podendo afetar a taxa de material sólido do rúmen para os compartimentos gástricos. Os ionóforos também pode afetar a digestão de proteína e o desenvolvimento de algumas bactérias.

A inclusão de ionóforos na dieta de ruminantes apresentam potencial para manipular o ambiente ruminal, melhorando o aproveitamento da fibra na dieta e melhorando a absorção de proteína intestinal, além de diminuir a excreção de compostos nitrogenados e a emissão de metano, uma vez que a produção destes está diretamente relacionado a ineficiência do processo fermentativo do rúmen, e aumentando a poluição ambiental (VEIGA et.al., 2022).

Entrando na seara da poluição ambiental, cabe mencionar e intensificar a melhora e a eficiência digestiva para minimizar os impactos ambientais com a redução do gás metano. Segundo Silva (2005), o metano constitui como um produto derivado da fermentação dos animais, sendo a rota fundamental para a excreção do carbono e acarretando problemas à camada de ozônio e pode ser até 30 vezes mais prejudicial de o gás carbônico. Entretanto, conforme Veigas et.al., (2022) parte dos produtores não utilizam aditivo de ionóforos devido questões econômicas e não estão dispostos a pagar os adicionais sobre esse produto.

Os ionóforos também contribuem na prevenção dos distúrbios metabólicos, ou seja, inibe gases e o ácido láctico, além disso, previne a Cetose, uma enfermidade que elevam exponencialmente o nível acetona, acetoacetato

³ A fermentação ruminal é resultante de atividades físicas, químicas e microbiológicas, pelas quais ingredientes advindos da dieta são transformados em produtos finais como AGCC, proteína microbiana, vitaminas do complexo B, metano e CO₂. Os ruminantes preservam a população microbiana no rúmen (...) que é ajustado por meio da remoção dos ácidos produzidos pela fermentação, adição de tamponantes (bicarbonato) e remoção dos produtos microbianos junto aos resíduos indigestíveis de alimentos (OWENS e BASALAN, 2016 apud PAULA, 2021, p. 18).

e β -hidroxibutirato em vacas recém-paridas. Existem, também, controvérsias nas revisões literárias sobre o desempenho dos ruminantes com o uso dos ionóforos na alimentação, pois “variam com a inclusão de alimentos fibrosos e concentrados” (GONÇALVES, 2012).

Em contraposição, o uso do aditivo é recomendado com a utilização da monensina, pois segundo Zanine et.al., (2006) o uso dos ionóforos pode causar intoxicação. Uma das maiores preocupações dos produtores mundialmente é a intoxicação acidental, com falhas na preparação das dietas. Pois cada ionóforo possui uma variável aceitável (VEIGAS et.al., 2022).

1.4 Diagnóstico

O diagnóstico presuntivo de intoxicação do aditivo tem como base na ocorrência de anorexia, diarreia, dispnéia, ataxia e podendo chegar até a morte do animal.

Na patologia, observam-se cardiomiopatia degenerativa focal, necrose da musculatura esquelética e falha cardíaca congestiva. A maior parte dos problemas de intoxicação dá-se no período inicial de adição de ionóforo à dieta, e muitas vezes envolve erros na mistura e superdosagem. 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 (BASARABA et al., 1999). Há relato recente de intoxicação e morte de novilhos confinados com a associação de monensina a resíduo de destilaria dessecado contaminado com antibióticos (eritromicina, claritromicina e análogos). (ZANINE; OLIVEIRA; SANTOS, 2006, p.12)

Portanto, é imprescindível que se atenham na quantidade de aditivos na alimentação do animal. Portanto, há necessidade de algumas restrições ao uso de antibióticos para que não afete no consumo humano. A restrição do uso do ionóforos deve-se à preocupação com a segurança alimentar. Contudo,

[...] estudos realizados utilizando monensina em animais de laboratório e de produção, para determinar as concentrações nos tecidos, rotas de eliminação, metabolismo e farmacocinética, apontaram que a

monensina administrada via oral é absorvida, extensamente metabolizada, excreta na bile e eliminada nas fezes pelas diferentes espécies avaliadas. Estudos como estes, permitiram a aprovação dos ionóforos em diversos lugares do mundo, sem que fosse exigido respeitar período de carência tanto para abate como para comercialização do leite de animais que o consumiram. (GONÇALVES, 2012, p. 141)

No Brasil, as restrições se dão devido às exigências de exportação, principalmente da Europa que tenta não utilizar aditivos desde 1998. As recomendações padrão de uso no Brasil é 30 ppm de monensina, contudo, a aplicação deve seguir as restrições de uso do fabricante, pois no modelo australiano, a permissão é de 11 a 33 ppm/kg de monensina. No país, a monensina é aprovada para o uso em bovinos para atender exigências internacionais para a exportação da carne.

Para os animais em confinamento a recomendação é que se tenha um processo de adaptação para não comprometer o sistema dos animais, pois o risco de intoxicação acidental ocorre na introdução dos aditivos, por isso, inicialmente deve-se aplicar quantidades mínimas de 5g do antibiótico para cada tonelada de alimento e depois podendo aumentar a 30g para cada tonelada (FLEITAS, 2021).

Segundo Veigas (2022), apesar de haver falhas existentes no processo de introdução dos ionóforos para os ruminantes, não se pode ver como um obstáculo se seguir corretamente as instruções de homogenizar o aditivo na ração de forma correta e nas quantidades adequadas para cada animal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de todas essas considerações, cabe mencionar, por fim, os efeitos dos ionóforos em características de carcaça nos animais. Conforme Gonçalves et.al., (2012), há contradições sobre os efeitos dos suplementos na carcaça, pois nos estudos de Salles e Lucci (2000), por exemplo, verificaram que na utilização de até, 1,2 mg de monensina/kg, foram encontrados resultados de $P < 0,05$ nos níveis de monensina para ganho de peso em kg. Em contraposição, Gonçalves et.al., (2012), apresentam que na perspectiva de Moraes (1993c) e de Goodrich

(1984), não encontraram a interferência da monensina na composição química das carcaças.

Portanto, para alguns pesquisadores, o uso da monensina não altera o teor de proteínas entre outros componentes da carcaça. Contudo,

Pode haver uma tendência de diminuição de gordura em animais que consomem monensina, devido ao fato deste ionóforo promover alterações na atividade microbiana ruminal sobre os lipídeos da dieta. Estudos *in vitro* têm demonstrado que as taxas de hidrólise dos triglicerídeos e de biohidrogenação dos ácidos graxos são reduzidas na presença de monensina (FELLNER et al., 1997; VAN NEVEL; DEMEYER, 1995 GONÇALVES et al., 2012, p. 139).

Diante das considerações, que apontam que o uso do ionóforo não produz diferenças significativas na carcaça, como também apresentam Zanini et al., (2006), para eles aplicação dos ionóforos podem ser feitos sem afetar significativamente a carcaça.

Já Santarosa (2011), aponta a relevância de uma boa carcaça e do bom acabamento, uma vez que seu rendimento é relevante para o setor econômico no país devido sua comercialização e podem ser encontradas nas áreas como de olho de lombo e gordura de cobertura. Todavia, entende-se por carcaça, o animal abatido e desprovido de cabeça, patas e rabadas. Após a retirada dessas carcaças,

[...] retiram-se ainda os rins, gorduras perirrenal e inguinal, “ferida-de-sangria”, medula espinhal, diafragma e seus pilares. A cabeça é separada da carcaça entre o osso occipital e a primeira vértebra cervical (atlas). As patas dianteiras são seccionadas à altura da articulação carpo-metacarpiana e as traseiras na tarso-metatarsiana (BRASIL, 1989 apud GOMES, 2021, p. 10).

Para mensurar a carcaça, a medida deve ser feita entre a 12^a e 13^a costela do bovino. A avaliação da carcaça ocorre *in vivo* a fim de garantir economicidade e garantir

[...] possibilita a visualização precoce da terminação, por meio da medição do grau de musculabilidade, obtida pela AOL (SILVEIRA et al., 1999), e do acabamento, pela medição da EGS (BULLOCK et al.,

1991). De acordo com Costa et al. (2007), a AOL assim como a EGS podem ser associadas ao peso de carcaça quente. Rodrigues et al. (2001), observaram que animais com maior AOL e menor EGS possuem maior porção comestível da carcaça. (SANTAROSA, 2011, p.26)⁴

Nesse sentido, entende-se que os cuidados adequados, ampliam as possibilidades de aumento de consumo e lucratividade para o produtor, através do ionóforo adequado na alimentação.

Por fim, diante de todos esses apontamentos relacionados à utilização dos ionóforos, aponta para contradições entre suas potencialidades benéficas e não benéficas diante de seu uso, pois o uso do aditivo deve ser racional devido os incidentes de intoxicação por aditivos durante a introdução do componente na dieta dos ruminantes.

Entretanto, o ponto mais expressivo da compreensão sobre o suplemento é a potencialidade que têm em contribuir com o desempenho do animal ruminante e a eficiência dos mesmos para o processo de fermentação que é capaz de inibir algumas substâncias no trato digestivo e diminuir o excesso de produção de nitrogênios e metano na secreção do rúmen.

Os ionóforos se apresentam eficazes, apesar da necessidade de mais estudos sobre ele, para o controle da dieta, que de acordo com Veigas et.al., (2022), essa “falta de estudos” geram uma “falta de uma padronização” para esses aditivos, o que acarreta em uma limitação dos mesmos no campo da pecuária.

Apesar dessas poucas pesquisas, os trabalhos teóricos existentes contribuem significativamente, para evidenciar que o uso da monensina é uma dos mais consistentes até o momento para inserir na dieta. Mas, ainda sim, é fundamental que os estudos sobre essa temática se amplie, especialmente no Brasil que é um dos maiores exportadores de carne.

Sobre o uso da monensina, ela acarreta em benefícios na produção de animais para melhorias do desempenho e nas características das carcaças e, ao

⁴ O AOL corresponde área de olho-de-lombo dada em centímetros e é indicativo de rendimento da carcaça. Já o EGS significa a espessura de gordura subcutânea, dada em milímetros e é indicativo de acabamento da carcaça do animal.

passo que demanda muitos investimentos, utilização pode trazer retornos lucrativos se usado de forma racional.

Por fim, a observação feita sobre uso dos ionóforos no Brasil é que, apesar de em alguns locais da Europa haver restrições sobre esses produtos, o Brasil ainda se utiliza do meio para proporcionar não somente melhorias na alimentação dos bovinos, por exemplo, como também aumentar a rentabilidade dos produtores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FLEITAS, Alex Coene. **Substituição de ionóforos por um blend de óleos funcionais na alimentação de novilhas nelore em terminação intensiva a pasto**. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. – Mato Grosso do Sul: MS, 2021. (PDF)

OLIVEIRA, Juliana; ZANINE; Anderson de Moura; SANTOS, Edson Mauro. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**. Vol. VI, Nº 11, Novembro de 2005. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111105.html>. Acesso em: 25 de Nov de 2022.

PAULA, Matheus Felipe Freitas Viana de. **Uso de ionóforos na dieta de bovinos de corte**: Fermentação ruminal e digestibilidade aparente dos nutrientes. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Lavras. - Lavras: MG, 2011. (PDF)

SILVA, Ricardo Pires Moreira. Contaminação ambiental por resíduos da produção animal. In: **Seminário do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul 2005**. Disponível em: <HTTP://www.ufrgs.br>. Acesso em: 24 de Nov.2022.

SITTA, Cristiane. **Aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) em dietas com altos teores de concentrado para tourinhos da**

raça Nelore em terminação. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba: São Paulo, 2011. (PDF)

GONÇALVES, Mayara Fabiane et.al,. **Ionóforos na alimentação de bovinos.** Vet. Not., Uberlândia, v.18, n. 2, p. 131-146, jul/dez. 2012. (PDF)

GOMES, Mariana de Nadai Bonin Gomes.(ORG). **Manual de avaliação de carcaças bovinas.** -. Campo Grade , MS: Ed UFMS, 2021.