

## Virginiamicina na alimentação de ruminantes

**Isabella Cristina de Faria Maciel<sup>1\*</sup>, Helton Mattana Saturnino<sup>2</sup>, Fabiano Alvim Barbosa<sup>3</sup>, Geraldo Helber Batista Maia Filho<sup>4</sup>, Patrícia Monteiro Costa<sup>1</sup>, Victor Marco Rocha Malacco<sup>1</sup>**

### Resumo

Aditivos são utilizados na nutrição de ruminantes como uma estratégia para aumentar o ganho de peso e melhorar a eficiência alimentar. Eles podem proporcionar modificações na fermentação ruminal, principalmente devido a mudanças na população microbiana. A virginiamicina (VM) é um antibiótico produto da fermentação de cepas de bactérias *Streptomyces virginiae* que possui ação como promotor de crescimento quando utilizada em doses baixas. Em ruminantes, a VM age contra bactérias gram-positivo, inibindo assim o crescimento de bactérias ruminais produtoras de ácido láctico. Com esta ação há um aumento de bactérias ruminais gram-negativo, ocasionando maior produção de propionato no rúmen, podendo assim diminuir a produção de metano. As alterações no padrão de fermentação ruminal promovidas pela VM podem aumentar a eficiência de utilização de energia da dieta. Além disso, a VM pode provocar estabilização do pH ruminal, além de reduzir doenças metabólicas como acidose e incidência de abscessos hepáticos.

**Palavras-chave:** Aditivos. Desempenho. Fermentação ruminal. Ganho de peso.

### Introdução

A utilização de aditivos na nutrição de ruminantes pode aumentar o ganho de peso e melhorar a eficiência alimentar, em função das modificações na fermentação ruminal. A alteração da fermentação ruminal ocorre princi-

<sup>1</sup>Pós Graduandos em Zootecnia - Escola de Veterinária UFMG, Belo Horizonte/Minas Gerais, Brasil.

\*Bolsista CAPES. E-mail: isabellafmaciel@gmail.com

<sup>2</sup>Professor associado IV, Escola de Veterinária UFMG - Departamento de Zootecnia, Belo Horizonte/Minas Gerais, Brasil.

<sup>3</sup>Professor adjunto III, Escola de Veterinária UFMG - Departamento de Zootecnia, Belo Horizonte/Minas Gerais, Brasil.

<sup>4</sup>Professor substituto, Escola de Veterinária UFMG, Belo Horizonte/Minas Gerais, Brasil.

palmente por mudanças na população microbiana. Bactérias gram-negativo em maior número elevam a produção de propionato no rúmen, fazendo com que maior quantidade de hidrogênio seja retirado do meio ruminal, podendo reduzir a formação de metano, e conseqüentemente melhorar a eficiência energética na utilização da dieta.

A VM é um antibiótico não ionóforo, tendo sido aprovado para utilização em ruminantes. Possui efeito como promotor de crescimento quando utilizada em baixas concentrações na dieta. A adição de VM na dieta de ruminantes provoca seleção de microrganismos ruminais (Nagaraja *et al.*, 1995a), estabilização do pH ruminal, além de reduzir doenças metabólicas como acidose e incidência de abscessos hepáticos (Rogers *et al.*, 1995), principalmente em animais confinados. A dose ótima recomendada para maximizar a eficiência da utilização da VM ainda não está totalmente elucidada na literatura.

Objetivou-se com esta revisão sobre o aditivo VM, descrever o mecanismo de ação sobre microrganismos ruminais, interferência nos produtos da fermentação ruminal, efeito na eficiência da utilização de nutrientes por ruminantes e suas conseqüências no desempenho animal.

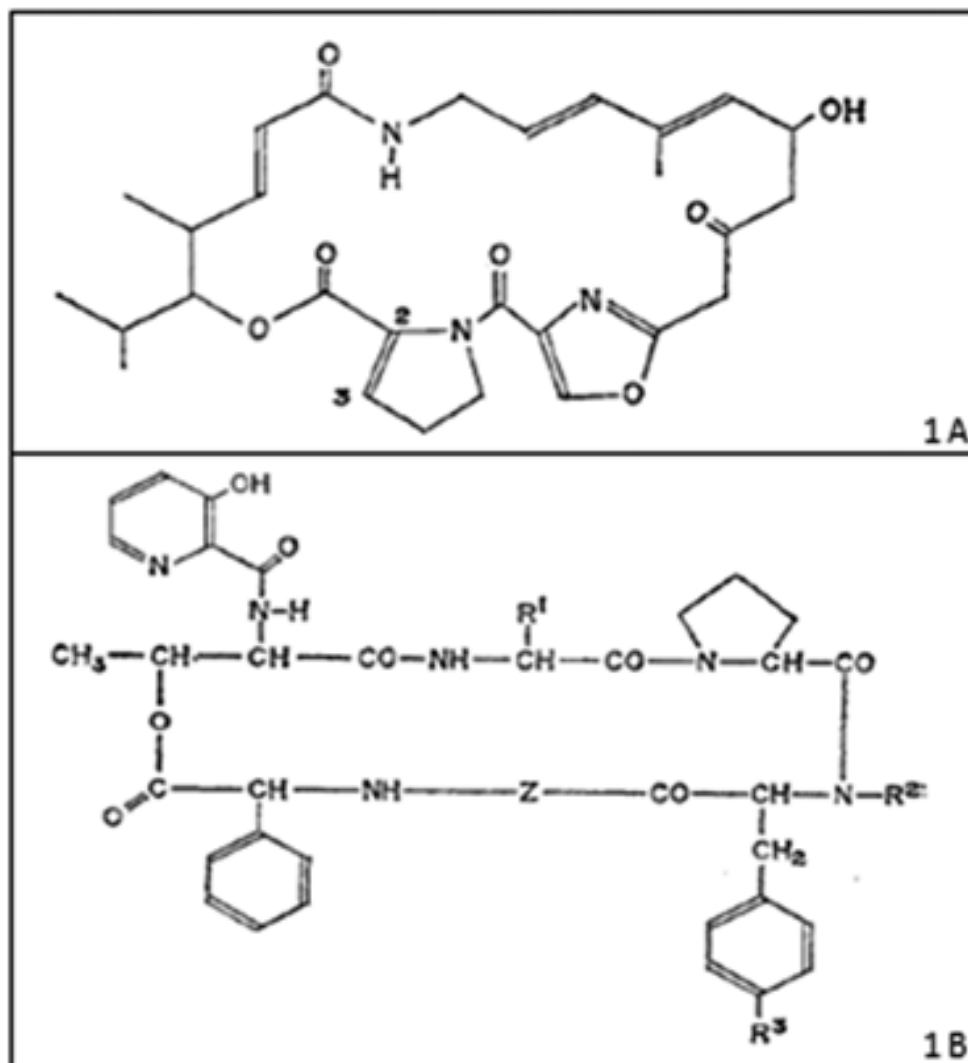
## Desenvolvimento do texto

### A Virginiamicina e seu mecanismo de ação

A VM é um antibiótico da classe das estreptograminas, que foi primeiramente descoberta em solos belgas por De Somer e Van Dijek (1955). A VM é produzida por cepas de bactérias *Streptomyces virginiae* (Ningsih *et al.*, 2011), como uma mistura natural de dois componentes quimicamente diferentes (FIGURA 1), fator M (um componente do grupo das estreptograminas A) e fator S (um componente de estreptogramina B). Os dois componentes (A e B), classificados como peptídeos, inibem sinergicamente o crescimento de células bacterianas gram-positivo (Cocito, 1979); individualmente, os componentes A e B são bacteriostáticos, enquanto combinados são bactericidas (Cocito *et al.*, 1997). A atividade inibidora sinérgica das estreptograminas é atribuída a alterações conformacionais na subunidade ribossômica 50S de bactérias gram-positivo induzida pela ligação de compostos do tipo A, o que inibe a síntese de proteína no interior da célula bacteriana. Os tipos A e B das estreptograminas inibem fases precoces e tardias da síntese de proteína em bactérias gram-positivo, respectivamente (Di Giambattista *et al.*, 1989). A VM atua contra bactérias gram-positivo (Nagaraja *et al.*, 1995a), porém sem efeito sobre a maioria de bactérias gram-negativo. A VM não apresenta efeito sobre a maioria das bactérias gram-negativo devido à impermeabilidade da parede

celular (Cocito, 1979).

Figura 1 - Componentes da Virginiamicina. 1A - Fator M; 1B - Fator S.



Fonte: CROY; DE NEYS, 1972.

A incubação isolada dos componentes A e B demonstrou que a multiplicação da maioria das bactérias gram-positivo é rapidamente interrompida, mas a proliferação é reiniciada quando as células são transferidas para meio isento de antibiótico. Quando as bactérias são incubadas com uma mistura dos componentes A e B, a contagem de bactérias viáveis diminui dentro de um intervalo de geração (Cocito, 1979). Segundo Cocito (1979) a inibição do crescimento bacteriano da mistura dos tipos A e B foi demonstrada por Vazquez (1967), (TABELA 1).

A concentração inibitória mínima (CIM) da VM em bactérias ruminais foi medida por Cocito (1979), que encontrou valores de CIM de 0,1 a 5 µg/

ml para bactérias gram-positivo e de 5 a 200  $\mu\text{g/ml}$  para bactérias gram-negativo.

Tabela 1 - Inibição de crescimento de diferentes microrganismos pela mistura dos componentes A e B da virginiamicina.

Organismos	Concentração inibitória ( $\mu\text{g/mL}$ )
Bactérias Gram positivo	
<i>Bacillus subtilis</i>	1
<i>Staphylococcus aureus</i>	0,20
<i>Sarcina lutea</i>	0,10
<i>Streptococcus pyogenes</i>	0,07
<i>Streptococcus faecalis</i>	0,50
<i>Diplococcus pneumoniae</i>	0,07
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	20
Bacterias Gram-negativo	
<i>Aerobacter aerogens</i>	100

Fonte: Adaptado de VAZQUEZ, 1967, citado por COCITO, 1979.

### Efeito sobre microrganismos ruminais

As alterações na fermentação ruminal são geralmente atribuídas a mudanças na população microbiana (Nagaraja; Taylor, 1987). A VM, por agir contra bactérias gram-positivo, inibe o crescimento de bactérias ruminais produtoras de ácido láctico.

A susceptibilidade e a resistência das bactérias ruminais a diversos antimicrobianos foi estudada por Nagaraja e Taylor (1987) que definiram a concentração inibitória mínima para vários microrganismos. Eles observaram que, em geral, as bactérias ruminais produtoras de ácidos láctico, butírico e fórmico ou produtoras de hidrogênio foram sensíveis, enquanto as bactérias que produzem ácido succínico ou fermentam ácido láctico foram resistentes. Espécies produtoras de ácido láctico foram sensíveis a VM e aos outros compostos antimicrobianos (CIM de 0,09 a 12  $\mu\text{g/mL}$ ), exceto as *Selenomonas ruminantium* que foram resistentes em todas as concentrações testadas. Bactérias produtoras de ácido butírico foram susceptíveis ao antibiótico, com exceção da *Megasphaera elsdenii*. Espécies de bactérias que produzem ácido fórmico como um dos principais produtos de fermentação também foram susceptíveis. Entre as produtoras de hidrogênio, somente *Megasphaera elsdenii* e *Selenomonas ruminantium* foram resistentes. Bactérias produtoras de

ácido succínico e espécies que fermentam o ácido láctico (*Lipolytica Anaerovibrio*, *Megasphaera elsdenii*, *Selenomonas lactilytica*, *Selenomonas ruminantium*, e *Veillonella alcalescens*) foram geralmente resistentes a todos os compostos antimicrobianos. Esses autores apontam que a maior produção de propionato em animais alimentados com antibióticos, como a VM, relaciona-se a um aumento tanto de bactérias produtoras de succinato como das fermentadoras de lactato. Entre os compostos não ionóforos testados, virginiamicina e tiopeptina possuíram maior potencial inibitório sobre as bactérias *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus* sp., que são produtoras de ácido láctico.

A técnica da Reação em Cadeia de Polimerase (PCR) utilizada por Guo *et al.* (2010) para avaliar a população microbiana no fluido ruminal de novilhos alimentados com VM confirmou muitos achados de Nagaraja e Taylor (1987). As populações de bactérias gram-negativo como *Selenomonas ruminantium* e *Anaerovibrio lipolytica* foram maiores no fluido ruminal do grupo tratado com VM, enquanto as populações de bactérias gram-positivo *Streptococcus bovis* e *Ruminococcus albus* foram menores. Com isso, os autores notaram aumento da quantificação de bactérias que utilizam ácido láctico e queda das produtoras de ácido láctico. Microrganismos do gênero *Prevotella*, *Butyrivibrio fibrisolvens* *Lactobacillus* spp., *Ruminococcus Flavefaciens* *Prevotella ruminicola*, do gênero *Ruminococcus* e *Megasphaera elsdenii* não foram afetados pela VM. Além disso, Guo *et al.* (2010) observaram redução na contagem de bactérias amilolíticas e proteolíticas no grupo tratado com VM, mas não encontraram diferença na contagem de bactérias celulolíticas e total de bactérias viáveis.

Coe *et al.* (1999) testaram o efeito de doses diárias de VM (0, 175, ou 250 mg/animal/dia) nas populações microbianas de bovinos durante adaptação a uma dieta completamente concentrada (consumo de 2,5% do peso vivo). As doses diárias de 175 e 250 mg/animal/dia resultaram no consumo de aproximadamente 23,3 e 33,3 mg de VM/kg de matéria seca ingerida (MSI), respectivamente. A adaptação teve duração de sete dias com a relação concentrado/volumoso inicial de 70:30. As Contagens médias de *Streptococcus bovis* foram menores na dieta com VM. As contagens de *Lactobacillus* foram afetadas pela dieta e tratamento; com 70% de concentrado na dieta, as concentrações de *Lactobacillus* foram menores ( $P < 0,01$ ) em novilhos tratados com ambas as doses de VM quando comparado ao controle ou em associação de monensina e tilosina. Esses dados corroboram com os trabalhos *in vitro* de Hedde *et al.* (1980) e Nagaraja e Taylor (1987), mostrando que a VM foi eficaz na inibição de bactérias produtoras de ácido láctico (*S. bovis* e *Lactobacillus* sp.). A redução da disponibilidade de lactato ruminal, que é substrato para *Fusobacterium necrophorum*, preveniu o aumento desse microrganismo (Nagaraja; Chengappa, 1998) e conseqüentemente reduziu a incidência de

abscessos hepáticos, já que é um dos microrganismos relacionados com essa enfermidade.

### **Efeito sobre a fermentação ruminal**

A manipulação da fermentação ruminal tem como objetivo melhorar processos benéficos e diminuir, alterar ou eliminar processos ineficientes para os microrganismos ruminais e/ou o hospedeiro (Nagaraja *et al.*, 1997). A VM tem a capacidade de estabilizar a fermentação ruminal (Golder *et al.*, 2013)

Com o aumento do número de bactérias gram-negativo, há uma maior produção de propionato no rúmen. Segundo Bergen e Bates (1984) isso ocorre porque a enzima fumarato redutase presente nessas bactérias converte o fumarato em succinato, que é metabolizado a propionato. Vários estudos (Hedde *et al.*, 1983; Van Nevel *et al.*, 1984; Coe *et al.*, 1999) mostraram maior produção de propionato em fluidos ruminais com a adição de VM, no entanto sem alterar a produção total de ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen. A maior produção de ácido propiônico faz com que maior quantidade de hidrogênio seja retirado do meio ruminal, o que reduz a formação de metano. Coe *et al.* (1999) observaram que a administração de VM diminuiu a proporção de acetato e aumentou a proporção de propionato. Candanova *et al.* (2008) também observaram redução de acetato em amostras de líquido ruminal de ovelhas alimentadas com VM. No entanto, Salinas-Chavira *et al.* (2009), avaliando a inclusão de VM na dieta, observaram aumento da proporção molar de acetato ruminal ( $P=0,04$ ) e diminuição da proporção molar de propionato ( $P=0,09$ ). Os demais AGV ruminais avaliados, isobutirato, isovalerato e valerato, não foram influenciados pela adição de VM. Nesse experimento a dose de VM testada foi de 16 e 22,5 mg de VM/kg de matéria seca ingerida. Hedde *et al.* (1980) não observaram mudanças na concentração de ácido propiônico, AGV totais, amônia e ureia de novilhos alimentados com 33 mg de VM/kg de concentrado (dieta de 82% de concentrado).

Quanto à dosagem de ácido láctico em amostras ruminais, alguns trabalhos mensuram as concentrações totais e outros quantificaram ácido láctico separadamente, em L e D-lactato. De acordo com Nagaraja, *et al.* (1987), o L-lactato foi o isômero predominante nas amostras avaliadas e o D-Lactato representou apenas entre 10 e 20% do ácido láctico total. Esses autores mostraram que a VM foi extremamente efetiva em reduzir a concentração de ácido láctico. Essa redução na produção do ácido L-lactato pode chegar a 20% (Hedde *et al.*, 1980) em comparação com o grupo não tratado com VM e ocorre com maior intensidade nas primeiras 36 horas (Coe *et al.*, 1999). Os valores de lactato ruminal em novilhos tratados com VM mantiveram-se abaixo de 2 mM, enquanto novilhos do grupo controle e alimentados com associação de monensina e tilosina atingiram 19,4 e 15,8 mM, respectivamente.

Salinas-Chavira *et al.* (2009) não observaram diferenças quanto a produção de ácido láctico. Guo *et al.* (2010) forneceram dieta com 65% de concentrado para novilhos, contendo 30 mg de VM/kg de concentrado, o que resultou no consumo de 19,5 mg de VM/kg de MSI e também não observaram mudanças na concentração de ácido L-lactato no fluido ruminal.

Fernandes *et al.* (2014) avaliaram os parâmetros ruminais de novilhos confinados alimentados com dietas com níveis isolados e combinados de VM e monensina. O nitrogênio amoniacal (NH<sub>3</sub>-N), ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e pH do líquido ruminal foram medidos. Não houve efeito (P > 0,05) dos aditivos nos parâmetros ruminais avaliados e a relação acetato: propionato (A: P) também não apresentou diferença (P > 0,05) entre os tratamentos. A cinética ruminal de novilhos alimentados com dieta de 80% de concentrado e adição de VM (0 e 15 ppm) e salinomicina (0 e 13 ppm) foi avaliada por Nuñez *et al.* (2014). Não foram observadas diferenças na taxa de passagem e tempo de retenção do fluido ruminal.

Trabalhos relataram que a VM pode atuar como um inibidor da produção de metano (Van Nevel *et al.*, 1984; Godfrey *et al.*, 1995; Nagaraja *et al.*, 1995a, 1995b, Van Nevel e Demeyer, 1996), devido ao aumento das concentrações de propionato quando animais são alimentados com VM. Nagaraja *et al.* (1995a) sugeriram outras hipóteses para explicar a inibição da produção de metano, como a inibição de protozoários, o efeito tóxico direto sobre bactérias produtoras de metano, ou por alterar o padrão de fermentação ruminal com aumento de propionato, o que direciona o hidrogênio para outra rota metabólica que não a produção de metano.

Finlay *et al.* (1994) estabeleceram ligação entre produção de metano e protozoários devido a fixação de bactérias metanogênicas à superfície de protozoários, sugerindo um efeito de simbiose entre os microrganismos. Murray *et al.* (1992) observaram redução do número de protozoários com a adição de VM. Menores quantidades de *Entodinium* (protozoário ciliado) também foram observadas em ovinos alimentados com grãos e VM (Nagaraja *et al.*, 1995a). Clayton *et al.* (1996) controlaram a produção de metano em ovinos alimentados com feno. Foram testados dois teores de concentrado (0 e 400 g/dia) e duas doses de VM (0 e 15 mg/kg de MSI). A inclusão de VM resultou na redução da produção de metano durante três dias consecutivos após a inclusão de concentrado, além de redução do número de protozoários. Houve aumento nas concentrações de propionato quando a VM foi adicionada à dieta com concentrado, mostrando que a ação primária de VM pode ser aumentar as concentrações de propionato e assim reduzir a quantidade de hidrogênio disponível para a produção de metano. Coe *et al.* (1999) também avaliaram a composição dos protozoários ciliados no rúmen, no entanto, não

encontraram nenhum efeito da adição de VM sobre esses microrganismos. Van Nevel e Demeyer (1992) observaram diminuição da produção de ácido propiônico nas mesmas proporções do aumento do ácido acético, o que estimulou o aumento da metanogênese.

### Efeito sobre a degradação ruminal

O efeito de antimicrobianos sobre a degradação da fibra e do amido foi estudado por Van Nevel e Demeyer (1992). A VM e ionóforos como salinomicina, lasalocida e monensina foram os inibidores mais potentes da degradação da fibra, pela diminuição da produção de AGV e da matéria orgânica fermentada.

Salinas-Chavira *et al.* (2009) estimaram a energia líquida da dieta de novilhos da raça Holandês e observaram aumento da energia líquida dietética no grupo suplementado com VM. A suplementação na dose de 22,5 mg de VM/kg de matéria seca ingerida aumentou a energia líquida de manutenção (ELm) e de ganho (ELg) estimados em 3,8 e 4,9%, respectivamente. VM não afetou a digestão ruminal da matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), amido, e nitrogênio (N), e eficiência microbiana (g de N microbiano/kg MO fermentada). Da mesma forma, a VM não afetou a digestão pós-ruminal ou do trato digestivo total da MO, FDN, amido e N.

Nuñez *et al.* (2013) verificaram maior eficiência de utilização da energia metabolizável em animais suplementados com VM na dose de 15 mg/kg de matéria seca ingerida. Segundo os autores, provavelmente a maior eficiência de utilização da energia ocorreu devido a alterações no padrão de fermentação ruminal promovidas pela suplementação com VM. Desta forma, o consumo de energia metabolizável foi menor porque as exigências fisiológicas de energia de animais tratados com VM foram supridas. Observou-se também maior teor de ELM e ELG em animais alimentados com adição de VM na dieta. Os autores sugerem que, assim como acontece em monogástricos, poderia haver alteração na fisiologia intestinal de ruminantes, como aumento da disponibilidade de nutrientes devido a seleção de bactérias entéricas (Derrick *et al.* 1986), ou aumento da absorção intestinal.

Montano *et al.* (2014) avaliaram a suplementação de VM (26 mg/kg) e monensina (34 mg/kg) em dietas de terminação de bovinos em confinamento. Animais alimentados com VM aumentaram a eficiência de ganho (11%,  $P < 0,01$ ) e energia líquida estimada da dieta (10%,  $P < 0,01$ ). Ambos aditivos reduziram a digestão da MO no rúmen (6%,  $P < 0,01$ ), a degradação ruminal de N (15%,  $P = 0,03$ ) e a síntese de proteína microbiana (15%,  $P = 0,03$ ).



## Influência da Virginiamicina no desempenho dos animais

A virginiamicina tem sido utilizada para animais em pastejo juntamente com o sal mineral (Ferreira *et al.*, 2011; Bruning, 2013) ou em suplementos energéticos/proteicos (Bruning, 2013; Valle *et al.*, 2013) melhorando o desempenho produtivo.

Bruning (2013) avaliou a adição de VM em suplemento mineral (SM) e proteico (SP) para bezerras Nelore em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A dose de VM no SM e SP foi de 1500 e 638 mg/kg de suplemento. Não houve diferença no consumo de suplemento entre os tratamentos, e nem no consumo de VM (90 mg/animal/dia). O autor observou maior ganho médio diário (GMD) no tratamento SP com VM em relação aos tratamentos sem VM, sem diferença para o tratamento SM com VM. O melhor desempenho de animais alimentados com VM mostrou melhoria na utilização de energia e proteína quando a VM foi adicionada à dieta. Goulart (2010) também avaliou a adição de VM à mistura mineral, na dose de 1950 mg de VM/kg de mistura mineral em animais mantidos em pastagem. Foi observado aumento de 16% no ganho de peso de animais tratados quando comparado ao controle. Com a média de consumo de suplemento mineral observada no experimento de 30 g/animal/dia, a dose de VM foi de 58,5 mg/animal/dia, menor do que a dose fornecida por Bruning (2013), porém com resultados similares. Alves Neto *et al.* (2013) avaliaram qual seria a melhor dose de VM (0, 35, 55 e 75 mg de VM/100 kg de peso vivo) para ganho de peso e ganho de carcaça em bovinos da raça Nelore criados a pasto. As variáveis apresentaram efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), com o melhor desempenho para a dose de 47 mg/100 kg de peso vivo. Florez *et al.* (2014) avaliaram o desempenho produtivo de novilhas a pasto com o uso de VM em suplementos a base de milho, e não observaram diferenças para peso, escore de condição corporal e ganho médio diário entre animais tratados ou não com VM. Bravo *et al.* (2012) não encontraram diferenças no desempenho de novilhas mestiças em pastagem de Tifton 85 suplementadas com VM em relação ao grupo controle. Alves Neto *et al.* (2014) não observaram diferenças no ganho de peso de animais em pastagem suplementados com 2% do peso vivo com adição ou não de VM, mas observaram maior rendimento de carcaça em animais suplementados com virginiamicina ( $P < 0,01$ ).

Trabalhos com animais em confinamento apresentam resultados controversos quanto ao desempenho de animais suplementados com VM (Batista *et al.*, 2011). Nuñez *et al.* (2013) avaliaram 72 novilhos da raça Nelore, com peso corporal inicial de 389 kg, confinados por 79 dias com dois teores de concentrado (73 e 91%) na dieta e dois teores de VM (0 e 15 mg/kg de MS). A interação entre as duas variáveis não foi significativa. O consumo

de VM médio foi de 100 mg/ animal/dia. Houve redução da ingestão de MS (10%) no grupo suplementado com VM, porém sem diferença para GMD e eficiência alimentar. Rogers *et al.* (1995) avaliaram o efeito de diferentes doses de VM em sete estudos com 3100 bovinos em confinamento (TABELA 2). Os autores observaram no primeiro experimento que a dose de 50 mg de VM diminuiu a ingestão de MS comparado com o grupo controle e 10 mg. No entanto, o GMD e a conversão alimentar (CA) não diferiram em relação aos animais alimentados com 25 mg/kg de VM.

Tabela 2 - Variáveis experimentais do estudo com diferentes doses de virginiamicina.

Experimento	Duração (dias)	Animais			VM (mg/kg de MS)
		Sexo	Raça	Peso inicial (kg)	
1	217 a 245	Novilhos	Angus x Hereford	216	10; 25 e 50
2	140 a 168	Novilhos	Hereford x Angus mestiço	388	7,5; 10 e 15
3	140 a 168	Novilhos	Brahman mestiço	301	11; 19,3; 27,6
4	137	Novilhos / Novilhas	Hereford / Charolês x Hereford x Shorthorn	371/312	11; 19,3; 27,6
5	111 a 132/ 112 a 133	Novilhos / Novilhas	Charolês e Charolês mestiço / Charolês x Hereford x Shorthorn	345/307	11; 19,3; 27,6
6	129 a 143	Novilhos	Angus, Hereford, Limousin, Brahman e Simental mestiço	316	11; 19,3; 27,6
7	113 a 142	Novilhos	Hereford	308	11; 19,3; 27,6

Fonte: Adaptado de ROGERS *et al.*, 1995.

Os experimentos 2 e 3 (TABELA 2) indicaram melhorias lineares no GMD e CA, sem efeito no consumo de matéria seca. Animais fêmeas e machos responderam igualmente a adição de VM entre as doses de 11 e 27,6 mg/kg de MS. Em todos os teores avaliados, houve aumento do ganho médio diário e/ou melhora da CA, com pouco ou nenhum efeito no consumo de matéria seca. Rogers *et al.* (1995) concluíram que as doses 11; 19,3 e 27,6 mg/kg de MS da dieta melhoraram linearmente o GMD e a CA, sendo as res-

postas máximas obtidas na suplementação com VM no intervalo de 19 a 27 mg/kg de MS ingerida.

Zorilla-Rios *et al.* (1991) avaliaram a adição de VM (40 g/ton de ração) em dietas de confinamento de bovinos com 90% de concentrado. O ganho de peso diário (GMD) foi de 1,6 e 2,05 kg ( $P < 0,05$ ) para animais com e sem suplementação, respectivamente. O consumo foi menor ( $P < 0,001$ ) em animais suplementados, 10,8 vs 12,9 kg/dia, e a CA foi de 7,9 e 6,8 para animais suplementados e sem suplementação, respectivamente.

A adição de 16 e 22,5 mg de VM/kg da dieta foram avaliadas por Salinas-Chavira *et al.* (2009) em um estudo com 144 bezerros da raça Holandês. Os animais com peso inicial de 119 kg receberam dieta de crescimento com 90% de concentrado, com ganho estimado de 1,5 kg/dia por 340 dias. A VM aumentou a eficiência alimentar em 2,3 e 4,0% para os teores de 16 e 22,5 mg de VM, respectivamente em comparação ao grupo controle. Skrivanová e Marounek (1993) avaliaram o consumo e ganho de peso de bezerros entre quatro e 16 semanas de vida com suplementação de 80 mg de VM/animal/dia. Esses autores observaram que o ganho do grupo suplementado foi maior em 5,1% quando comparado ao grupo controle, e que o consumo para um kg de ganho de PV foi maior para animais sem suplementação.

### Considerações finais

A virginiamicina é um antibiótico com ação contra bactérias ruminais gram-positivo que possui capacidade de modular a fermentação ruminal devido ao seu efeito seletivo sobre os microrganismos, podendo alterar os produtos gerados no rúmen, além de interferir na degradação de nutrientes.

A suplementação de virginiamicina a pasto ou em confinamento resulta em melhor conversão alimentar.

As divergências observadas nos trabalhos mostram a necessidade de estudos que elucidem tanto a dose de VM utilizada como os efeitos da VM em dietas com diferentes relações volumoso: concentrado.

### Referências

ALVES NETO, J. A.; BENATTI, J. M. B.; MOREIRA, A. D. MORETTI, M. H.; SILVA, R. C.; GONÇALVES, P. H.; RESENDE, F. D.; SIQUEIRA, G. R. Determination the best dose of virginiamycin in supplements for Nellore cattle in pasture. In: ANNAL MEETING OF BRAZILIAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 2013, Campinas. **Anais...** Campinas, 50.ed. Annal Meeting of Brazilian Society of Animal Science, 2013.

ALVES NETO, J. A.; BENATTI, J. M. B.; MORETTI, M. H.; MOREIRA, A. D.; SILVA, R. C.; OLIVEIRA, I. M., GONÇALVES, P. H.; ALVES, M. A. P.; RESENDE, F. D.; SIQUEIRA, G. R. Use of

modulators additives the ruminal fermentation in supplements high intake for finished bovines in pasture. In: JOINT ANNUAL MEETING OF AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 2014, Kansas. *Journal of Animal Science*, v. 92, p. 797, Suppl, 2014.

BATISTA, S. S.; PRADO, G. F.; FREITAS, P. I.; PRADO, T. A. O uso da virginiamicina em dietas de alta proporção de concentrado para bovinos. In: Cadernos de Pós-Graduação da FAZU, Uberaba, v. 2, 2011.

BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: Their effect on production efficiency and mode of action. *Journal of Animal Science*, v. 58, n. 6, p. 1465-1483, 1984.

BRAVO, A.; TONON, R. L.; MENEGUELLO, L.; ZANIBONI, L.; PERES, C.; FABRO, B.; PROHMANN, P. E. Desempenho de novilhas cruzadas (nelore x red angus), submetidas à inclusão de ionóforos na dieta. In: VI MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, Centro Universitário de Maringá - CESUMAR, Maringá - PR, **Anais... VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica**, 23 a 26 de outubro de 2012.

BRUNING, G. **Adição de virginiamicina em suplemento mineral e proteinado para bezerras Nelore em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na transição seca-águas**. 2012. 80 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2012.

CLAYTON, E. H.; HANSCH, E. J.; HUIJNEN, P. T. A. J.; ROWE, J. B. Controlling methane production with virginiamycin. *Australian Society of Animal Production*, v. 21, p. 239-242, 1996.

COCITO, C. Antibiotics of the virginiamycin family, inhibitors which contain synergistic components. *Microbiological Reviews*, v. 43, n. 2, p. 145-198, 1979.

COCITO, C.; DI GIAMBATTISTA, M.; NYSSSEN, E.; VANNUFFEL, P. Inhibition of protein synthesis by streptogramins and related antibiotics. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, v. 39, Suppl. A, p. 7-13, 1997.

COE, M. L.; NAGARAJA, T. G.; SUN, Y. D.; WALLACE, N.; TOWNE, E. G.; KEMP, K. E.; HUTCHESON, J. P. Effect of virginiamycin on ruminal fermentation in cattle during adaptation to a high concentrate diet and during an induced acidosis. *Journal of Animal Science*, v. 77, p. 2259-2268, 1999.

CROOY, P.; DE NEYS, R. Virginiamycin: Nomenclature. *The Journal of antibiotics*, v. 25, n. 6, p. 371-372, 1972.

DE SOMER, P.; VAN DIJEK, P. A preliminary report on antibiotic n<sup>o</sup> 899 - a streptogramin-like substance. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, v. 5, p. 632-639, 1955.

DIERICK, N. A.; VERVAEKE, I. J.; DECUYPERE, J. A.; HENDERICKX, H. K. Influence of the gut flora and some growth-promoting additives on nitrogen metabolism in pigs. I. Studies *in vitro*. *Livestock Production Science*, v. 14, p. 161-176, 1986.

DI GIAMBATTISTA, M.; CHINALI, G.; COCITO, C. The molecular basis of the inhibitory activities of type A and type B synergimycins and related antibiotics on ribosomes. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, v. 24, p. 485-507, 1989.

FERNANDES, J.; CAMILO, F. R.; MOBIGLIA, A. M.; BERTI, G. F.; JERÔNIMO, N. M.; GRIZOTTO, R. K.; MANELLA, M. Q.; RESENDE, F. D.; SIQUEIRA, G. R. Ruminal parameters of confined steers fed with diets containing virginiamycin and monensin sodium. In: JOINT ANNUAL MEETING OF AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 2014, Kansas. *Journal of Animal Science*, Suppl, 2014.

FERREIRA S. F.; LIMA, D. A.; PEREIRA, M. L. R.; BILEGO, U. O.; FERNANDES, J. J. R.; RODRIGUES, R. B. Uso de virginiamicina e salinomocina na dieta de bovinos de corte sob pastejo no período chuvoso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2011, Belém. **Anais...** Belém, 48. ed., 2011.

FINLAY, B. J.; ESTEBAN G.; CLARKE, K. J.; WILLIAMS, A. G.; EMBLEY, T. M.; HIRT, R. P. Some rumen ciliates have endosymbiotic methanogens. **FEMS Microbiology Letters**, v. 117, n. 2, p. 157-161, 1994.

FLOREZ, J. D. G.; PEÑA, G. M. M.; PEREIRA, C. H.; GONZALEZ, F. A. L.; TAROUCO, J.; PATINO, H. O. Desempenho produtivo de novilhas suplementadas com energia e virginiamicina durante o outono em pastagem de Mulato II diferida. In: VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL - III CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL. Universidade Federal de Viçosa - UFV, 26 e 27 de setembro de 2014.

GODFREY, S. I.; ROWE, J. B.; THORNILEY, G. R.; BOYCE, M. D.; SPEIJERS, E. J. Virginiamycin to protect sheep fed wheat, barley or oats from grain poisoning under simulated drought feeding conditions. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 46, p. 393-401, 1995.

GOLDER, H. M.; CELI, P.; RABIEE, A. R.; LEAN, I. J. Effects of feed additives on rumen and blood profiles during a starch and fructose challenge. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 2, p. 985-1004, 2014.

GOULART, R. C. D. **Avaliação de antimicrobianos como promotores de crescimento via mistura mineral para bovinos de corte em pastejo**. 2010. 128 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.

GUO, T. J.; WANG, J. Q.; BU, D. P.; LIU, K. L.; WANG, J. P.; LI, D.; LUAN, S. Y.; HUO, X. K. Evaluation of the microbial population in ruminal fluid using time PCR in steers treated with virginiamycin. **Czech Journal of Animal Science**, v. 55, n. 7, p. 276-285, 2010.

HEDDE, R. D.; ARMSTRONG, D. G.; PARISH, R. C.; QUACH, R. Virginiamycin effect on rumen fermentation in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 51, Suppl. 1, p. 366-367, 1980.

HEDDE, R. D.; SHOR, L.; QUACH, R. Virginiamycin activity and safety in ruminants. **Veterinary Pharmacology and Toxicology**, p. 768-770, 1983.

MONTANO, M. F.; MANRIQUEZ, O. M.; SALINAS-CHAVIRA, J.; TORRENTA, N.; ZINN, R. A. Effects of monensin and virginiamycin supplementation in finishing diets with distiller dried grains plus solubles on growth performance and digestive function of steers. **Journal of Applied Animal Research**, n. ahead-of-print, p. 1-9, 2014.

MURRAY, P. J.; ROWE, J. B.; AITCHISON, E. M.; WINSLOW, S. G. Liveweight gain and wool growth in sheep fed rations containing virginiamycin. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 32, p. 1037-1043, 1992.

NAGARAJA, T. G.; TAYLOR, M. B.; HARMON, D. L.; BOYER, J. E. *in vitro* lactic acid inhibition and alterations in volatile fatty acid production by antimicrobial feed additives. **Journal of Animal Science**, v. 65, p. 1064-1076, 1987.

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

NAGARAJA, T. G.; GODFREY, S. I.; WINSLOW, S. W.; ROWE, J. B.; KEMP, K. E. Effect of virginiamycin on ruminal fermentation in faunated or ciliate-free sheep overfed with barley grain. **Small Ruminant Research**, v. 17, p. 1-8, 1995a.

NAGARAJA, T. G.; GODFREY, S. I.; WINSLOW, S. W.; ROWE, J. B. Responses in ciliated protozoa and rumen fermentation in sheep supplemented with barley plus virginiamycin. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 46, p. 1137-1147, 1995b.

NAGARAJA, T. G.; NEWBOLD, C. J.; VAN NEVEL, C. J. **Manipulation of ruminal fermentation**. In: Hobson, P. N.; Stewart, C. S. The rumen microbial ecosystem. 2. ed., London Blakie Academic & Professional, Cap. 13, p. 523-632, 1997.

NAGARAJA, T.G.; CHENGAPPA, M.M. Liver abscesses in feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 287-298, 1998.

NINGSIH, F.; KITANI, S.; FUKUSHIMA, E.; NIHIRA, T. VisG is essential for biosynthesis of virginiamycin S, a streptogramin type B antibiotic, as a provider of the nonproteinogenic amino acid phenylglycine. **Microbiology**, v. 157, n. 11, p. 3213-3220, 2011.

NUÑEZ, A.J.C.; CAETANO, M.; BERNDT, A.; DEMARCHI, J. J. A. A.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D. Combined use of ionophore and virginiamycin for finishing Nelore steers fed high concentrate diets. **Scientia Agricola**, v. 70, p. 229-236, 2013.

NUÑEZ, A. J. C.; ALMEIDA, V. V.; BORGES, I. E.; PINESE, F.; MERCADO, F. T.; SILVA, S. L.; LEME, P. R.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M. Effects of concentrate level and combined use of virginiamycin and salinomycin on nutrient intake and digestibility of Nelore steers. In: Joint Annual Meeting of American Society of Animal Science, 2014, Kansas City. *Journal of Animal Science*, v. 92, p. 845, Suppl, 2014.

ROGERS, J. A.; BRANINE, M. E.; MILLER, C. R.; WRAY, M. I.; BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L.; GILL, D. R.; PRITCHARD, R. H.; STILBORN, R. P.; BECHTOL, D. T. Effects of dietary virginiamycin on performance and liver abscess incidence in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 9-20, 1995.

SALINAS-CHAVIRA, J.; LENIN, J.; PONCE, E.; SANCHEZ, U.; TORRENTERA, N.; ZINN, R. A. Comparative effects of virginiamycin supplementation on characteristics of growth-performance, dietary energetics, and digestion of calf-fed Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 4101-4108, 2009.

SKRIVANOVÁ, V.; MAROUNEK, M. Effect of virginiamycin on feed intake, daily gains, ruminal volatile fatty acids and blood parameters in veal calves. **Archives of Animal Nutrition**, v. 44, n. 1, p. 41-46, 1993.

VALLE, M.; REZENDE, J.; PALUCCI, D.; LAMOUNIER, P.; MELO, G.; SILVEIRA, J.; CARVALHO, F.; CRUZ, E. Avaliação de desempenho em pasto de bovinos nelore recebendo suplemento proteico/energético com adição de virginiamicina e/ou optigen. In: Cadernos de Pós-Graduação da FAZU, Uberaba, n. 10, p. 60-65, 2013.

VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I.; HENDERICKX, H. K. Effect of virginiamycin on carbohydrate and protein metabolism in the rumen *in vitro*. **Archives of Animal Nutrition**, v. 34, n. 2, p. 149-165, 1984.

VAN NEVEL, C. J. AND DEMEYER, D. I. Influence of antibiotics and a deaminase inhibitor on volatile fatty acid production from detergent washed hay and soluble starch by rumen microbes *in vitro*. **Animal Feed Science and Technology**, v. 37, p. 21-31, 1992.

VAN NEVEL, C. J. AND DEMEYER, D. I. Control of rumen methanogenesis. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 42, p. 73-97, 1996.

VAZQUEZ, D. The streptogramin family of antibiotics. In: D. Gottlieb and P. D. Shaw (ed.), *Antibiotics*, vol. 1. Springer-Verlag, Berlin, p. 387-403, 1967.

ZORILLA-RIOS, J.; MAY, P. J.; ROWE, J. B. Rapid introduction of cattle to grain diets using virginiamycin. In: **Recent advances in Animal Nutrition in Australia**. Ed. D. J. Farrel, p.10A. University of New England, Armidale, NSW, Australia, 1991.