



ARTIGO NÚMERO 179

ADITIVOS ALIMENTARES PARA VACAS LEITEIRAS

**Raphael de Castro Mourão¹, Carlos Giovani Pancoti¹, Alexandre Lima Ferreira¹,
Paolo Antônio Dutra Vivenza², Paulo Vítor Valentini², Ana Luiza da Costa Cruz
Borges³, Ricardo Reis e Silva³**

¹Doutorando em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

²Mestrando em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

³Professor do Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.



ADITIVOS ALIMENTARES PARA VACAS LEITEIRAS

Raphael de Castro Mourão¹, Carlos Giovani Pancoti¹, Alexandre Lima Ferreira¹, Paolo Antônio Dutra Vivenza², Paulo Vítor Valentini², Ana Luiza da Costa Cruz Borges³, Ricardo Reis e Silva³

¹Doutorando em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

²Mestrando em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

³Professor do Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

RESUMO - A intensificação dos sistemas de produção de leite é resposta da crescente demanda mundial por alimentos de origem animal e pela consequente abertura de novos mercados para os produtos lácteos. Neste contexto, a utilização de tecnologias alimentares é fundamental para a manutenção da produtividade dos rebanhos. Os aditivos são administrados para bovinos leiteiros com o intuito de promover maior desempenho e saúde aos animais. Estas substâncias são classificadas em função do seu mecanismo de ação e dos benefícios proporcionados. Grande quantidade de aditivos está sendo testada e seu uso na alimentação de vacas leiteiras ainda não pode ser recomendado de maneira generalizada. São necessários estudos envolvendo a aplicabilidade destas substâncias em diferentes sistemas de produção, principalmente em função da sua viabilidade econômica.

Palavras chave: enzimas; ionóforos; probióticos; ruminantes

ALIMENTARY ADDITIVE FOR COWS

ABSTRACT - The intensification of dairy production systems is the response of growing worldwide demand for food of animal origin and the consequent opening up new markets for dairy products. In this context, the use of food technologies is critical to maintaining the productivity of herds. The additives are administered to dairy cattle in order to promote greater performance and health of animals. These substances are classified according to their mechanism of action and benefits. Large amount of additives is being tested and its use in dairy cows can't yet be recommended generally. Studies are needed involving the applicability of these substances in different production systems, mainly due to its economic viability.



Key words: enzymes; ionophores; probiotics; ruminants

Introdução

A profissionalização da pecuária leiteira no Brasil é incentivada pelo aumento da demanda mundial por alimentos, em razão do crescimento da população global, bem como pela abertura de mercados internacionais e, consequentemente, pela valorização dos produtos lácteos brasileiros. Por outro lado, à medida que se conquista novos mercados consumidores, a demanda por produtos seguros e de qualidade, aliada às novas políticas conservacionistas, geram um grande desafio para os pecuaristas brasileiros. Além disso, a margem de retorno da atividade é cada vez mais estreita, em função dos custos crescentes de insumos, equipamentos e mão de obra.

Nesse contexto, além do cumprimento das exigências ambientais, é necessária a implantação de tecnologias que garantam a qualidade dos produtos lácteos sem, no entanto, inviabilizar a atividade leiteira. Esse objetivo poderá ser alcançado por meio da utilização de práticas que permitam o uso mais eficiente dos recursos disponíveis, tais como o melhoramento genético e o adequado manejo nutricional dos rebanhos.

Uma alternativa em evidência entre os pesquisadores e nutricionistas é a utilização de aditivos alimentares na dieta de bovinos leiteiros. Segundo LUCI (1997), os aditivos podem ser definidos como ingredientes dietéticos com a finalidade de produzir resposta favorável, podendo ou não conter nutrientes, contribuindo para um melhor desempenho e saúde animal, seja

através de aumentos quantitativos e/ou qualitativos dos nutrientes disponíveis ou na eficiência de utilização destes.

O termo aditivo refere-se a toda substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente, que não é utilizada normalmente como ingrediente, possua ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou mesmo dos produtos de origem animal, e ainda, melhore o desempenho dos animais sadios, atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano (BRASIL, 1976).

O objetivo desta revisão é apresentar os principais aditivos alimentares utilizados em dietas para vacas leiteiras, bem com seus mecanismos de ação e resultados de estudos na pecuária de leite.

Revisão de Literatura

Segundo o SINDIRAÇÕES (2009), aditivos são substâncias ou microrganismos adicionados intencionalmente às dietas dos animais, que normalmente não se consome como alimento, tenha ou não valor nutritivo, que afete ou melhore as características do alimento ou dos produtos de origem animal. De acordo com a mesma fonte, os aditivos alimentares podem ser classificados da seguinte maneira:

- I. Aditivos tecnológicos:
substância adicionada ao



produto com fins industriais e/ou tecnológicos;

- II. Aditivos sensoriais: substância adicionada ao produto para melhorar ou modificar suas propriedades organolépticas ou características visuais;
- III. Aditivos nutricionais: substância utilizada para manter ou melhorar as propriedades nutricionais do produto;
- IV. Aditivos zootécnicos: substância utilizada para influir positivamente na melhoria do desempenho dos animais;
- V. Anticoccidianos: substância destinada a eliminar ou inibir protozoários;
- VI. Agonistas: substâncias utilizadas como repartidores de energia.

Geralmente, os aditivos tecnológicos e sensoriais são empregados pelo setor industrial, enquanto os aditivos nutricionais, zootécnicos e anticoccidianos são utilizados por toda a cadeia de alimentação animal. Entre os aditivos mais utilizados na alimentação de bovinos leiteiros, destacam-se os ionóforos, antibióticos promotores de desempenho, leveduras, sabões de cálcio, tamponantes, enzimas, ácidos orgânicos, extratos de plantas, própolis, entre outros.

Entre os aditivos citados anteriormente, os antimicrobianos, ionóforos ou não, são as substâncias mais estudadas e que apresentam maior segurança aos pecuaristas em relação aos benefícios gerados à produção leiteira. No entanto, a União Européia

proibiu em 2006 a utilização destas substâncias como promotoras de desempenho, liberando o seu uso apenas para fins medicinais. Apesar de não utilizá-las em suas propriedades leiteiras, a comunidade européia estabeleceu níveis considerados seguros e monitora os resíduos destes compostos nos produtos lácteos adquiridos de outros países.

Atualmente, estes aditivos são incluídos em dietas de vacas leiteiras nos Estados Unidos, Brasil e em muitos outros países de destaque no cenário da produção leiteira mundial, entretanto, discussões sobre o risco de resíduos no leite e a saúde humana estão em evidência em todo o planeta. Neste sentido, pesquisas estão sendo desenvolvidas para ofertar produtos com efeito similar aos antimicrobianos sem, no entanto, oferecer riscos à saúde dos consumidores.

1. IONÓFOROS E ANTIBIÓTICOS PROMOTORES DE DESEMPENHO

Os ionóforos são antimicrobianos tipicamente utilizados como aditivos em rebanhos comerciais de bovinos leiteiros, visando modular o consumo de matéria seca e aumentar a eficiência de produção de leite (MACHADO *et al.*, 2011). A utilização destas substâncias, além de aumentar a produtividade e melhorar o desempenho animal, tem o potencial de tornar os atuais sistemas de produção mais sustentáveis, especialmente devido sua ação moduladora sobre a fermentação ruminal. A ação dos ionóforos no rúmen



ocorre por mudanças na população microbiana, inibindo principalmente as bactérias Gram-positivas (RUSSEL, 1987).

As bactérias Gram-negativas são mais resistentes aos ionóforos em virtude de sua célula ser constituída por parede celular e membrana externa de proteção que impede a entrada dos ionóforos. Por outro lado, as bactérias Gram-positivas possuem apenas uma camada espessa de peptidoglicanos que, por ser porosa, não impede a ação da monensina. De forma geral, todos os efeitos dos ionóforos são secundários ao fenômeno causado pela alteração da fisiologia normal da membrana celular dos microorganismos (MACHADO *et al.*, 2011). Dessa forma, de maneira geral, bactérias que produzem os ácidos láctico, acético, butírico e fórmico e também o H_2 são susceptíveis aos ionóforos, enquanto bactérias produtoras dos ácidos succínico e propiônico e aquelas fermentadoras de lactato são resistentes (MORAIS *et al.*, 2006).

Eles constituem uma classe de compostos que deprimem ou inibem seletivamente o crescimento microbiano, pela passagem de íons através de canais de membrana, por isso são conhecidos como ionóforos. Devido à alteração iônica provocada entre o meio interno e externo do microorganismo, leva a ativação de mecanismos regulatórios que consomem energia, levando à morte celular (RUSSEL, 1987). Consequentemente ocorre mudança na fermentação ruminal, aumentando a eficiência energética, melhora no metabolismo protéico e diminuição do risco de acidose ruminal (BERGEN e

BATES, 1984). Concomitantemente ao aumento do propionato, ocorre a redução na produção de metano.

A resposta animal com relação à utilização de ionóforos depende de vários fatores como o tipo de molécula utilizada, dosagem, adaptação prévia, tipo de dieta, categoria animal e manejo utilizado. Os resultados são observados pelo aumento da eficiência alimentar (aumento da concentração de ácido propiônico e diminuição da degradação protéica), melhorando o desempenho animal (McGUFFEY *et al.*, 2001) e, paralelamente, diminuindo a incidência de timpanismo, a partir da redução na produção de ácido láctico no rúmen, implicado na acidose ruminal (RUSSEL e STROBEL, 1989), além do efeito anti coccidiano (THOMAS *et al.*, 1998).

A monensina é o ionóforo mais difundido (PERES e SIMAS 2006). É um poliéster monovalente produzido pela cepa *Streptomyces cinnamonensis* (HANEY e HOEHN, 1967).

Na Tabela 1 tem-se uma compilação de dados realizada por McGUFFEY *et al.* (2001), avaliando o desempenho de vacas leiteiras (Estados Unidos) em lactação, utilizando-se monensina e lasalocida como aditivos na dieta. Para a lasalocida, não houve efeito significativo para os parâmetros avaliados. Entretanto, animais que receberam monensina, apresentaram maiores produções de leite e menores valores de proteína e gordura, em relação ao grupo controle. O grupo que recebeu monensina de liberação lenta, apresentou maior produção de leite e proteína no leite.

MARTINEAU *et al.* (2007) avaliaram o efeito da suplementação de 34 mg/kg MS (monensina e lasalocida)

www.nutritime.com.br



em vacas em lactação. O consumo diário de matéria seca, produção de leite, gordura e proteína do leite foram semelhantes entre os tratamentos, apresentando média de 23,5 kg, 36,6 kg, 3,36% e 3,38%, respectivamente. Nos tratamentos com ionóforos, a relação acetato:propionato e a concentração de nitrogênio amoniacal ruminais foram menores, e a digestibilidade aparente da MS matéria orgânica, proteína e energia, foram maiores para os animais alimentados com aditivos, em relação ao grupo sem aditivo.

OLIVEIRA *et al.* (2009) avaliaram o desempenho de novilhas da raça Holandês (245,35 kg de PV) confinadas com dietas contendo 32,84% de concentrado (grão de milho, farelo de soja, ureia e mistura mineral) e 67,16% de silagem de milho e cana-de-açúcar, na proporção de 1:1 na matéria seca (MS) com diferentes concentrações de monensina sódica (0; 14; 28 e 42 mg/kg de MS da dieta oferecida). Não foi encontrada diferença ($P>0,05$) para os parâmetros de consumos de MS (6,71 kg/dia), proteína bruta (1,11 kg/dia) e fibra em detergente neutro (2,33 kg/dia), para o ganho de peso médio diário (1,09 kg/dia) e nem para a conversão alimentar (6,20).

DUBUC *et al.* (2009) avaliaram os efeitos da suplementação de monensina sódica (16 mg/MS consumida) sobre a porcentagem de gordura no leite coletados no tanque, em 47 rebanhos da raça Holandês. A monensina reduziu significativamente a gordura do leite em 0,12 pontos percentuais. Essa redução associada à monensina foi maior para os

rebanhos alimentados com dietas elevadas em carboidratos não fibrosos (CNF) (>39,7%) e baixa concentração de fibra fisicamente efetiva, logo, fatores nutricionais e de manejo da dieta influenciam o efeito da monensina sobre a gordura do leite.

ODONGO *et al.* (2007) observaram que a monensina (24 mg/kg MS) reduziu a produção de metano de 7 a 9% e os percentuais de gordura e de proteína do leite em 9% e 4%, respectivamente. A monensina não afetou o consumo de matéria seca ou a produção de leite. Estes resultados sugerem que administração de monensina nessa concentração, em uma relação volumoso:concentrado de 60:40 na dieta total é uma estratégia viável para a redução da emissão de metano em vacas da raça Holandês sem afetar a produção. O efeito foi avaliado por 6 meses, pois alguns estudos relatam que a persistência da resposta à suplementação de ionóforo tem sido variada, devido a mudanças adaptativas da população microbiana ruminal (CARMEAN e JOHNSON, 1990; MBANZAMIHIGO *et al.*, 1996; SAUER *et al.*, 1998). A ação dos ionóforos sobre a metanogênese, em especial a monensina, tem sido muito pesquisada, devido ao fato do metano ser considerado um dos gases de efeito estufa, o que proporciona à pecuária críticas em relação à sustentabilidade dos atuais sistemas de produção. Além disso, a produção de metano no rúmen é responsável pela diminuição da eficiência energética do ruminante.

Tabela 1 - Efeito de ionóforos sobre o desempenho de vacas leiteiras em lactação.



Item	Controle	Ionóforo	Valor de P
Lasalocida			
Leite (L/d)	28,70	28,30	NS
Gordura (%)	3,67	3,51	NS
Gordura (kg/d)	1,04	0,96	NS
Proteína (%)	3,02	2,99	NS
Proteína (kg/d)	0,86	0,84	NS
CMS (kg/d)	19,40	18,60	NS
Monensina			
Leite (L/d)	27,50	28,80	0,01
Gordura (%)	3,98	3,78	0,01
Gordura (kg/d)	1,04	1,03	NS
Proteína (%)	3,25	3,20	0,05
Proteína (kg/d)	0,85	0,87	0,01
CMS (kg/d)	21,7	21,2	NS
Monensina CLL			
Leite (L/d)	16,7	17,8	0,01
Gordura (kg/d)	0,74	0,73	NS
Proteína (kg/d)	0,55	0,58	0,01

Fonte: Adaptado de McGUFFEY *et al.* (2001). Dados estatísticos utilizando 6 experimentos com lasalocida, 11 com monensina e 4 com monensina CLL. CMS = consumo de matéria seca; CLL = cápsula de liberação lenta na forma de *bolus* ruminal; NS = não significativo.

De acordo com TEDESCHI *et al.* (2003), os ionóforos podem reduzir a produção de metano em 25% e a ingestão de alimentos em 4%, sem afetar o desempenho animal. Entretanto, os possíveis efeitos transitórios dos ionóforos, associado com a crescente pressão para reduzir o uso de antimicrobianos na produção animal, sugerem que essa estratégia de redução da emissão de metano entérico por ruminantes não representa uma solução de longo prazo.

MUTSVANGWA *et al.* (2002) avaliaram a administração de monensina tanto como em uma cápsula de liberação lenta ou em pré-mistura. Os autores não observaram diferença sobre as características de pH ruminal e concentração de ácidos graxos voláteis,

assim como nos parâmetros de consumo e produção, em vacas da raça Holandês. Logo, a utilização de cápsulas pode ser boa opção para animais criados em sistemas de pastejo, onde pode haver dificuldade no fornecimento do aditivo.

DUFFIELD *et al.* (2008) avaliaram através de meta-análise de 59 estudos, o impacto da monensina sobre o metabolismo de vacas em lactação. O uso de monensina em bovinos de leite em lactação reduziu significativamente as concentrações sanguíneas de betahidroxibutirato (BHBA) (13%), acetoacetato (14%), e ácidos graxos não esterificados (NEFA) (7%). Por outro lado, a utilização de monensina aumentou a concentração de glicose (3%). Logo, isso reflete em benefício de menor mobilização de gordura corporal,

www.nutritime.com.br



evidenciada pela redução de NEFA e corpos cetônicos e pelo aumento de glicose sanguínea. Devido a estas alterações metabólicas, dietas com adição de monensina tem o potencial de reduzir a incidência de cetose, deslocamento de abomaso e perda de condição corporal.

A virginiamicina é um produto da fermentação do *Streptomyces virginiae* que possui propriedades antimicrobianas contra as bactérias gram positivas produtoras de ácido láctico (NAGARAJA *et al.*, 1987), responsável pela queda do pH ruminal. A virginiamicina tem sido usada há muitos anos na avicultura e suinocultura, devido à melhora na conversão alimentar. Em bovinos, seu uso ainda é recente e existem poucos trabalhos que possam fornecer dados conclusivos sobre a sua utilização.

CLAYTON *et al.* (1999) avaliaram os efeitos da virginiamicina sobre a manutenção do pH ruminal. O pH ruminal tendeu a ser maior em vacas alimentadas com virginiamicina. Os resultados da incubação *in vitro* de líquido ruminal com glicose, em relação ao potencial para produção de L-láctico e acúmulo de ácido no líquido ruminal, foi significativamente menor em vacas alimentadas com virginiamicina em relação ao grupo controle (15,5 vs 35,3 mmol/L).

Avaliando a composição do leite de vacas leiteiras, alimentadas com a adição de virginiamicina (300 mg/animal/d), virginiamicina na mesma dose juntamente com bicarbonato de sódio (200g/animal/d) e um grupo controle, VALENTINE *et al.* (2000) não encontraram diferenças para

produção de leite (27,7 L/d), gordura (3,42%) e proteína (3,04%).

O efeito da virginiamicina sobre os produtos da fermentação ruminal em vacas leiteiras foi investigado por HILL *et al.* (2000). Foram utilizadas 14 vacas holandesas separadas em dois grupos, um grupo controle, sem virginiamicina, e outro com virginiamicina (300 mg/animal/dia). A concentração de ácido láctico no fluido ruminal foi menor ($p<0,05$) para virginiamicina. Não houve diferença ($p>0,05$) para a concentração de ácido propiônico. O pH fecal e ruminal foram maiores no grupo com virginiamicina ($p<0,05$). Os autores concluíram que a virginiamicina têm potencial de inibição do desenvolvimento das bactérias produtoras de ácido láctico e manutenção do ambiente ruminal.

Alguns trabalhos com gado de corte têm mostrado resultados positivos no desempenho animal utilizando ionóforos. GOULART (2010) encontrou valores para ganho de peso em novilhos Nelore, mantidos em pastagem, de 0,580; 0,620 e 0,675 kg/animal/dia para os tratamentos controle, com salinomicina e virginiamicina, respectivamente.

SALINAS-CHAVIRA *et al.* (2009) avaliaram o efeito da virginiamicina sobre o desempenho e função digestiva de bezerros alimentados com 16,0 e 22,5 mg/kg MS de virginiamicina, um grupo com 28 mg/kg MS de monensina e um grupo controle sem aditivo. A virginiamicina aumentou a proporção molar ruminal de acetato. Não houve diferença para as demais variáveis avaliadas. Os autores concluíram que a suplementação de 22,5mg/kg MS de virginiamicina em



bezerros Holandês, pode aumentar a eficiência de desempenho em

confinamento e promover pequenas alterações sobre o ambiente ruminal.

Tabela 2 - Influência de ionóforos sobre consumo de matéria seca (CMS), ganho médio diário (GMD), fluxo de digesta ruminal para o duodeno e parâmetros ruminais em bezerros da raça Holandês.

Item	Dieta				Valor de P		
	CON	VN (mg/kg)		MON (mg/kg)	VN		MON x CON
		16	22,5	28	L	Q	
GMD (kg/d)	1,37	1,38	1,41	1,38	0,21	0,52	0,61
CMS (kg/d)	7,77	7,70	7,72	7,78	0,63	0,79	0,94
Fluxo p/ duodeno (g/d)							
MO	2879	2873	2880	3126	0,99	0,96	0,16
FDN	582	631	563	610	0,96	0,33	0,68
Amido	745	763	756	889	0,88	0,91	0,16
N	116,7	110,6	113,2	115,4	0,10	0,14	0,58
pH ruminal	6,0	6,03	5,99	5,68	0,98	0,90	0,29
AGV	113	102	116	125	0,98	0,41	0,51
Acetato	39,4	43,5	42,0	40	0,04	0,04	0,64
Propionato	48,2	43,5	46,1	49,8	0,15	0,09	0,43
Metano	0,22	0,30	0,26	0,21	0,12	0,07	0,58

Fonte: Adaptado de SALINAS-CHAVIRA *et al.* (2009). VN=virginiamicina; CON=controle; MON=monensina; MO=matéria orgânica; FDN=fibra em detergente neutro; N=nitrogênio; AGV=ácidos graxos voláteis; L=efeito linear; Q=efeito quadrático.

De maneira geral, ionóforos e aditivos antimicrobianos são utilizados com maior frequência na pecuária de corte, bem como em animais de rebanhos leiteiros não lactantes, devendo ser utilizados com cautela para vacas em lactação. Esta restrição se deve ao risco de resíduos de antibióticos no leite industrializado para consumo humano, que já começa a ser monitorado no Brasil e é alvo de controle rigoroso em países desenvolvidos.

2. LEVEDURAS

A proibição do uso de antibióticos como promotores de crescimento na Europa e a pressão da sociedade mundial para que esta medida seja estendida para os demais países produtores de alimentos de origem animal tem motivado os estudos com aditivos microbianos para a nutrição animal. Neste sentido, as leveduras têm sido amplamente estudadas com o objetivo de substituir os antibióticos, promovendo ainda mais benefícios para o sistema de produção animal.

Leveduras são fungos unicelulares, principalmente do gênero *Saccharomyces*, tradicionalmente



utilizadas na fermentação do açúcar para consumo humano e, ultimamente, empregadas como aditivos em suplementos alimentares para ruminantes (MORAIS *et al.*, 2006). Segundo LUND (1974), as leveduras são de ocorrência natural dentro do rúmen, porém, de acordo com BITENCOURT (2008), seu crescimento ótimo se dá a uma temperatura de 25°C, ou seja, abaixo da temperatura do fluido ruminal, de aproximadamente 39°C. Portanto, a limitada reprodução destes organismos no rúmen sugere que sejam organismos transitórios, sendo continuamente introduzidos via alimentação.

Dentre os benefícios do uso de dietas com leveduras para ruminantes, destacam-se a otimização do ambiente ruminal, a partir da prevalência de bactérias ruminais benéficas, do aumento da digestibilidade da fibra e do fluxo de proteína microbiana para o intestino delgado, além de promover melhor conversão alimentar (PEREIRA, 2005).

A maior concentração de ácidos graxos voláteis (MUTSVANGWA *et al.*, 1992) e proporção molar de propionato (HARRISON *et al.*, 1988), o decréscimo na concentração de ácido láctico no líquido ruminal e a menor variação do pH após as refeições (MATHIEU *et al.*, 1996) e amônia ruminal (CARRO *et al.*, 1992) estão associados à suplementação com levedura. Mudanças na população microbiana também têm favorecido a digestão ruminal, por meio da remoção de O₂ e do fornecimento de nutrientes que estimulariam o crescimento de bactérias, fungos e protozoários ruminais (WALLACE, 1994).

Segundo WALLACE e NEWBOLD (1993), as pesquisas com leveduras na alimentação de bovinos indicam efeito semelhante aos ionóforos sobre a produção de leite e o ganho de peso de bovinos (7% a 8% de aumento).

ARCURI *et al.* (2006), em revisão de literatura, verificaram incremento médio de 3,9% na produção de leite, a partir da inclusão de leveduras à dieta de bovinos leiteiros. Segundo os autores, a maioria destes estudos relacionou o aumento na produção com incrementos no consumo de MS.

SUNÉ *et al.* (1997), avaliando o efeito da adição de 10 g/animal/dia de cultura de levedura na dieta de vacas em lactação, verificaram o aumento da produção de leite (19,3 vs 16,44 kg vaca/dia) e, mesmo tendo diminuído a concentração de gordura e proteína no leite, provocou o aumento na produção de gordura (0,56 vs 0,51 kg/vaca/dia) e de proteína (0,60 vs 0,53 kg/vaca/dia). Da mesma forma, BITENCOURT (2008) verificou maiores produções diárias de leite (29,4 vs 28,5 kg de leite/vaca/dia) e de proteína (0,919 vs 0,884 kg/vaca/dia) para vacas Holandesas suplementadas com leveduras, mas não encontrou diferenças para a produção de gordura no leite. Neste estudo, observou-se ainda a maior produção diária de lactose para os animais tratados com leveduras (1,265 vs 1,212 kg/vaca/dia).

KUNG JR. *et al.* (1997) avaliaram o efeito da levedura em dietas de vacas sob dois períodos de lactação. No primeiro, a adição de 10 g/animal/dia não promoveu alterações no consumo de MS, produção e composição do leite, para vacas com cerca de 150 dias de



lactação. No segundo, foram utilizados animais em início de lactação (média de 75 dias) e o aumento da produção de leite corrigida para 3,5% de gordura foi verificado em função da crescente inclusão de levedura (0; 10 e 20 g/vaca/dia). DOREAU e JOUANY (1998) também encontraram respostas à inclusão de leveduras no terço inicial, mas não nos terços médio e final da lactação.

OLIVEIRA *et al.* (2007), ao suplementarem 10 g de leveduras para vacas Holandesas em lactação, observaram diminuição na contagem de células somáticas do leite (190.000 vs 320.000 células/ml), sugerindo que as leveduras induzem respostas sobre o sistema imune de ruminantes. MORAN (2004) argumentou que as leveduras podem se ligar a bactérias enteropatogênicas nos intestinos, estimular células do sistema imunológico e desencadear resposta de defesa em outras mucosas do corpo, além daquelas em que ocorreu o estímulo inicial. Esse mecanismo de migração de células para outros tecidos é conhecido como sistema imune comum de mucosas e seria uma explicação plausível para a menor contagem de células somáticas no leite observada nos animais suplementados (CHAGOYÁN *et al.*, 2002).

3. LIPÍDIOS E SABÕES DE CÁLCIO

A administração de lipídios na dieta de bovinos leiteiros é comumente realizada por nutricionistas, pois permite um aporte energético para animais de elevado potencial produtivo,

normalmente limitados pelo consumo de energia para expressar seu máximo desempenho. De acordo com

PALMQUIST e MATTOS (2006), o fornecimento de lipídios para vacas leiteiras aumenta a capacidade de absorção de vitaminas lipossolúveis, o aporte de ácidos graxos essenciais e a eficiência de secreção de gordura no leite.

Além disso, dietas com inclusão de lipídios apresentam redução da metanogênese (DOHME *et al.*, 2000) e da população de protozoários ciliados, o que segundo JOUANY (1996), favorece a colonização de bactérias celulolíticas, diminui a reciclagem de N microbiano e a concentração de amônia no rúmen.

No entanto, o excesso desta fonte energética compromete a digestibilidade da fibra e a microbiota ruminal. Segundo NAGARAJA *et al.* (1997), ácidos graxos de cadeia longa são tóxicos para as bactérias gram-positivas, pois alteram a permeabilidade da membrana celular, por meio da formação de complexos insolúveis com cátions, reduzindo a capacidade das células de regular o pH intracelular e a captação de nutrientes.

Geralmente, a suplementação lipídica superior a 5% da matéria seca da dieta compromete o consumo, seja por mecanismos regulatórios que controlam a ingestão de alimentos, seja pela capacidade limitada dos ruminantes de oxidar os ácidos graxos (PALMQUIST e MATTOS, 2006). Estes autores relataram que a quantidade de lipídios fornecida a vacas leiteiras deve ser relacionada à quantidade de ácidos graxos no leite, já que a digestibilidade média destes ácidos é de 80% e que 75% dos ácidos

www.nutritime.com.br



graxos absorvidos são incorporados à gordura do leite.

Por outro lado, os sabões de cálcio são lipídios inertes no rúmen, não prejudicando assim o metabolismo microbiano. Por meio da utilização destes lipídios é possível o aporte de ácidos graxos para absorção intestinal, elevando assim a densidade energética da dieta de vacas leiteiras no pré e pós-parto. Segundo NAGARAJA *et al.* (1997), os sabões de cálcio apresentam mínimos efeitos sobre a fermentação ruminal.

Segundo ARM e HAMMER (2006), em vacas de alta produção é recomendável o uso inicial de 50 a 120 g de gordura protegida animal/dia, por três semanas antes do parto, e após o parto deve-se aumentar a dose gradativamente, até valores entre 250 e 900 g animal/dia ou o necessário para prover energia para a produção leiteira e a manutenção da boa condição corporal.

VILELA *et al.* (2002) avaliaram a inclusão crescente de gordura protegida com o intuito de elevar a densidade energética do concentrado na dieta de vacas da raça Holandesa no terço inicial de lactação. Foi verificado aumento na produção leiteira em função do suprimento de gordura protegida durante os primeiros 90 dias do experimento.

LOPEZ *et al.* (2006) testaram o efeito da suplementação de diferentes fontes lipídicas sobre a produção, composição do leite e a eficiência alimentar de vacas Jersey. Os animais que receberam gordura protegida apresentaram maior produção de leite corrigida a 4% de gordura e melhor eficiência alimentar em relação às vacas alimentadas com sebo e grão de soja

integral triturado. Nenhuma das fontes lipídicas alterou as concentrações e produções de gordura, proteína e lactose, bem como as concentrações de uréia, sólidos totais, cálcio e cinzas do leite.

PINTO (1999) avaliaram o efeito de diferentes fontes de lipídios sobre a produção e composição química do leite de vacas holandesas no início da lactação. A dieta com gordura protegida apresentou maior produção de leite e porcentagem de gordura em relação às demais, que se mostraram inferiores para o teor de proteína, o que pode ser explicado pela menor produção de leite nestes tratamentos.

BERMUDES *et al.* (2003) trabalharam com vacas de alta produção em início de lactação e não verificaram efeito da inclusão de gordura protegida sobre os parâmetros plasmáticos (ácidos graxos, glicose, triglicerídeos e gama-glutamilttransferase (GGT)). Os autores concluíram, a partir da avaliação dos níveis enzimáticos, que as funções hepáticas não foram alteradas e que os teores dos demais componentes foram constantes em função da proximidade com o parto, do curto período de mensuração, combinados com o baixo consumo e alta produção de leite.

4. TAMPONANTES

Os ruminantes possuem alguns meios básicos de tamponamento do pH ruminal: taxa de passagem, favorecendo a absorção dos ácidos graxos voláteis pós-rúmen e promovendo a diluição; absorção dos AGV's e sua consequente remoção do ambiente ruminal; tampão natural da saliva, rica em bicarbonato e

www.nutritime.com.br



fosfato; além da adição de tampão à dieta (EROMAN *et al.* 1982). Neste sentido, em situações onde os sistemas tamponantes, principalmente o fluxo salivar, são insuficientes, os aditivos tamponantes teriam a função de neutralizar o excesso de ácidos produzidos no rúmen.

FERNANDES e CAVAGUTI (2003) definiram os tampões como uma combinação de compostos químicos, sendo um ácido fraco e sua base correspondente, e que funcionalmente são substâncias que resistem às mudanças na concentração de íons hidrogênio (pH). Segundo estes autores, os principais aditivos tamponantes utilizados na alimentação de bovinos são: bicarbonato de sódio; carbonato de

cálcio; óxido de magnésio; bentonita de sódio e carbonato de potássio.

De acordo com NAGARAJA *et al.* (1997), em dietas com elevadas quantidades de concentrado, estas substâncias promovem influência não somente na manutenção do pH, mas também em outros parâmetros ruminais que apresentam relação direta com o mesmo, tais como: consumo e taxa de passagem de líquidos; concentração total de AGV's (Ácidos Graxos Voláteis); relação acetato:propionato; digestão de carboidratos e de proteína e síntese de proteína microbiana. Na tabela 3 são apresentados os efeitos dos principais aditivos tamponantes no ambiente ruminal.

Tabela 3 - Influência dos compostos tamponantes sobre a fermentação ruminal.

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

AGV = Ácidos Graxos Voláteis. NaHCO₃ = Bicarbonato de Sódio. CaCO₃ = Carbonato de Cálcio. MgO = Óxido de Magnésio. ↑ = Aumento; ↓ = Diminuição; 0 = Sem efeito; ? = Efeito desconhecido, mas possível. Adaptado de NAGARAJA *et al.* (1997).

Entre os aditivos tamponantes mais utilizados na alimentação de bovinos, o carbonato de cálcio parece não ter efeito tamponante (tabela 3), no entanto, o mesmo pode melhorar a digestão intestinal do amido por aumentar o pH no intestino delgado (HUTJENS, 1991). De acordo com

ENSMINGER *et al.* (1990), efeito semelhante pós-rúmen pode ser obtido com o óxido de magnésio. Além disso, tamponantes combinados com óxido de magnésio aumentam o volume ruminal e o desaparecimento da digesta.



De acordo com RUSSEL e CHOW (1993), a principal ação dos tampões no rúmen está associada com o aumento na ingestão de água, aumento na taxa de passagem de líquidos e no escape ruminal dos carboidratos solúveis, diminuindo a produção ruminal de lactato e propionato.

Por outro lado, além dos mecanismos já mencionados, a utilização de aditivos com características tamponantes na dieta de vacas leiteiras pode contribuir para prevenir distúrbios metabólicos como acidose ruminal e laminite. Efeitos como rumenite e abscessos hepáticos, comuns em quadros de acidose láctica podem ser minimizados com a administração desses aditivos, além das perdas ocasionadas pela acidose subclínica, tais como: diminuição no consumo de alimentos; queda na produção de leite; baixa na imunidade e problemas reprodutivos.

5. ENZIMAS

Em função da eminente proibição dos antibióticos como promotores de desempenho, que já ocorre principalmente em países desenvolvidos e compreende uma quantidade cada vez maior de adeptos, novas tecnologias devem ser ofertadas aos nutricionistas e produtores para a manutenção de sistemas intensivos de produção de leite. Neste sentido, as enzimas digestivas são alternativas de grande interesse dos pesquisadores da área de nutrição animal, capazes de promover melhorias na digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, no desempenho de vacas leiteiras.

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

Enzimas fibrolíticas podem alterar a utilização dos alimentos pelos ruminantes por meio de efeito direto sobre a fibra (FENG *et al.*, 1996) ou pelo aumento da digestão ruminal e/ou pós-ruminal (HRISTOV *et al.*, 2000), ocorrendo sinergismo com os microrganismos do rúmen. Além disso, outro benefício da utilização de enzimas como aditivos alimentares é a possibilidade de superação dos efeitos antinutricionais que podem existir na dieta, como os inibidores de proteases e amidases, fitato e o gossipol.

RODE *et al.* (1999) forneceram enzimas fibrolíticas misturadas ao concentrado, na dose de 1,3g/kg de matéria seca (MS) da dieta total, composta por silagem de milho, feno e concentrado. Estes autores não verificaram aumento no consumo de MS, entretanto, encontraram aumento de 12, 20, 32 e 13% na digestibilidade da MS, FDN, FDA e proteína bruta, respectivamente.

Apesar de ser uma alternativa promissora na alimentação de vacas leiteiras, visando o melhor aproveitamento dos alimentos, a



suplementação enzimática não foi amplamente avaliada em condições tropicais, sendo que a maioria dos estudos com este aditivo foi conduzida com animais e forrageiras de clima temperado. Neste sentido, novos estudos devem ser realizados para validar o uso destes ingredientes alimentares.

6. ÁCIDOS ORGÂNICOS

Os ácidos orgânicos são constituintes naturais dos alimentos e ocorrem no trato digestivo dos bovinos como parte do metabolismo intermediário dos carboidratos. São considerados aditivos seguros por não produzirem resíduos em produtos de origem animal. Os principais ácidos orgânicos ministrados em dietas para vacas leiteiras são os ácidos málico e fumárico, embora outras moléculas como aspartato, ácido succínico e pirúvico apresentem potencial. De acordo com MARTIN (1998), o maior entrave da administração de fontes exógenas de ácidos orgânicos para ruminantes é o custo elevado, principalmente do malato.

Na nutrição de bovinos leiteiros, o maior interesse do emprego dos ácidos orgânicos é o controle da produção de ácido láctico, por meio do estímulo à população de *Selenomonas ruminantium*, que atua positivamente no consumo do lactato, transformando-o em propionato. Desta forma, ocorre paralelamente à maximização da produção de propionato no rúmen, principal responsável pela síntese de glicose e produção de leite. Além disso, a redução do ácido láctico está

diretamente relacionada ao controle da queda do pH e minimiza risco de acidose e outros distúrbios metabólicos. Outros benefícios da utilização destas moléculas na dieta de bovinos leiteiros estão relacionados ao sistema imunológico, esvaziamento gástrico e motilidade intestinal, absorção de minerais e água (BERCHIELLI, 2010).

KUNG JR. *et al.* (1982) forneceram 140 g/dia de ácido málico para vacas leiteiras e verificaram aumento na persistência da produção de leite e na produção total de ácidos graxos voláteis durante o início da lactação. Em outro estudo, SANSON e STALLCUP (1984) observaram melhoria no ganho de peso diário e na conversão alimentar de bezerros da raça Holandês com a administração de ácido málico.

De acordo com ASANUNA *et al.* (1999), o ácido fumárico age fortemente na redução da metanogênese, atuando como dreno de hidrogênio no rúmen, reduzindo o substrato para a produção de metano. Em estudos *in vitro*, a adição de fumarato diminuiu a produção de metano em 17%, consequência da redução de até 77% do H⁺ presente no meio (LÓPEZ *et al.*, 1999). Segundo MORAIS *et al.* (2006), bactérias como *Fibrobacter succinogenes*, *Selenomonas ruminantium*, *Veillonella parvula* e *Wolinella succinogenes* são utilizadoras de fumarato e podem competir com as metanogênicas pela utilização de H₂. Neste sentido, o aumento na população destas bactérias pode inibir a metanogênese, maximizar a produção de propionato e elevar a eficiência energética no rúmen.



De acordo com O'MARA (2004), este efeito positivo na redução da metanogênese é dose-dependente. DEMEYER e HENDERICKX (1967) conduziram um dos primeiros estudos *in vitro* avaliando o efeito dos ácidos orgânicos sobre a metanogênese e mostraram que o fumarato promoveu redução de 60% na formação de CH₄. Utilizando a técnica de simulador ruminal (Rusitec), LÓPEZ *et al.* (1999) observaram que a adição de 6,25 mM de fumarato reduziu em, aproximadamente, 17% a formação de CH₄. Entretanto, esses autores alertaram que a utilização do fumarato poderia não ter o mesmo efeito *in vivo*, devido à menor afinidade pelo H₂ da enzima fumarato-redutase em comparação com a hidrogenase (MACHADO *et al.*, 2011).

Poucos são os estudos disponíveis no Brasil sobre a suplementação de bovinos leiteiros com ácidos orgânicos, desta forma, os dados são inconsistentes e muitas vezes controversos. Por este motivo, a determinação dos níveis adequados de utilização, das categorias a serem suplementadas, da época e tempo de suplementação ideal devem ser considerados.

7. EXTRATOS DE PLANTAS

Os extratos de plantas são produtos naturais, classificados como substâncias aromáticas e palatabilizantes, liberados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para uso na alimentação de todas as espécies de animais domésticos.

Pesquisas para validar os efeitos benéficos destas substâncias para vacas leiteiras, com efeito sobre a fermentação

ruminal e a digestão de nutrientes estão em desenvolvimento e já existem produtos patenteados e disponíveis para comercialização. Estes aditivos estão presentes no mercado em diferentes formas moleculares, com efeitos distintos sobre o metabolismo e a produção de leite. De maneira geral, estas substâncias podem ser divididas em quatro categorias: óleos essenciais; organossulfurados; polifenóis e saponinas.

Os extratos vegetais podem inibir o crescimento de bactérias metanogênicas, reduzindo a produção de metano, diminuir os teores de amônia e acetato no rúmen, elevando a concentração de propionato e butirato. Desta forma, a inclusão destes compostos em dietas de vacas de leite tende a promover melhor aproveitamento dos nutrientes, diminuir perdas energéticas e aumentar a produção leiteira (BERCHIELLI, 2010).

Os taninos formam complexos, principalmente, com proteínas e, em menor grau, com íons metálicos, aminoácidos e polissacarídeos, reduzindo a digestibilidade destes. Entretanto, quando utilizados em baixas concentrações nas dietas de bovinos leiteiros, podem promover benefícios no ambiente ruminal, desempenhando papel de moduladores da fermentação (MORAIS *et al.*, 2006). Segundo GETACHEW *et al.* (2000), o decréscimo na taxa de digestão ruminal acarretada pelos taninos pode contribuir para o melhor sincronismo da liberação dos nutrientes e consequente aumento na síntese de proteína microbiana. Neste sentido, dietas densas energeticamente podem ser aproveitadas com maior



eficiência por vacas em lactação e demais categorias de alta exigência, além de minimizar riscos de acidose ruminal.

As saponinas têm sido pesquisadas como inibidoras do crescimento dos protozoários ruminais, bem como moduladoras da fermentação ruminal em bovinos. A ação detergente das mesmas parece ser responsável pela morte destes microrganismos no rúmen (MAKKAR *et al.*, 1998). WINA *et al.* (2005), em revisão de literatura, avaliaram o efeito das saponinas na população de protozoários ruminais. Estes autores observaram redução destes microrganismos em 28 estudos, diminuição na atividade dos mesmos em 8 trabalhos, efeito positivo em 3 e não verificaram efeito em outros 7 estudos.

Segundo HELANDER *et al.* (1998), os óleos essenciais parecem exercer atividade antimicrobiana sobre bactérias Gram-negativas e Gram-positivas, alterando a fermentação e a relação de ácidos graxos voláteis no rúmen. Além disso, alguns estudos indicam que estes reduzem a taxa de deaminação de aminoácidos, a taxa de produção de amônia e o número de bactérias hiperprodutoras de amônia (*Clostridium aminophilum*, *Clostridium sticklandii*, *Peptostreptococcus anaerobius*), com aumento no escape ruminal de N para o intestino (McINTOSH *et al.*, 2003).

Contudo, a validação destes aditivos como promotores de desempenho para bovinos leiteiros precisa ser realizada, por meio de uma maior quantidade de pesquisas, com rebanhos distintos, de categorias e raças distintas. Da mesma forma, é preciso avaliar estas

substâncias em diferentes sistemas de produção e a viabilidade econômica da utilização dos mesmos.

8. EXTRATO DE PRÓPOLIS

9.

A própolis é uma resina proveniente de substância coletada de plantas e transformada pela secreção de abelhas. Ela apresenta propriedades terapêuticas conhecidas pela indústria farmacêutica, com benefícios à saúde humana e animal tais como: atividade antimicrobiana; antiinflamatória; cicatrizante e anestésica.

Além disso, esta substância vem sendo estudada para uso na alimentação de bovinos leiteiros em função de resultados preliminares de pesquisas, que indicam atividade antimicrobiana seletiva e benéfica no rúmen, a partir do controle de bactérias Gram-positivas (BERCHIELLI, 2010). Ao mesmo tempo, o extrato de própolis inibe a produção de metano e outros gases durante a digestão de nutrientes, diminuindo a perda energética e aumentando a eficiência alimentar.

STRADIOTTI JR. *et al.* (2002), testando níveis de inclusão de própolis na dieta de bovinos, verificaram que a própolis inibiu a produção de gases na fermentação de carboidratos fibrosos, independente do nível testado. Estes autores observaram ainda redução da produção de gases da fermentação de carboidratos não fibrosos quando se aumentou o nível de inclusão do aditivo.

De acordo com (MIRZOEVA *et al.*, 1997), a própolis poderia agir de maneira parecida com os ionóforos no



controle microbiano ruminal, aumentando a permeabilidade da membrana celular aos íons, e inibindo a motilidade bacteriana. Entretanto, diferente dos ionóforos, a própolis tem ação bactericida e não bacteriostática. Desta forma, os autores sugerem que a seleção de organismos resistentes não ocorre.

OLIVEIRA *et al.* (2004), ao avaliar o efeito do extrato de própolis sobre a produção de amônia e degradabilidade *in vitro* da proteína bruta em diferentes fontes de nitrogênio, observaram que a própolis foi eficiente em reduzir a produção de amônia. Além disso, quando comparada à monensina sódica, a própolis foi mais eficiente em reduzir a atividade de deaminação.

Neste sentido, apesar dos poucos estudos existentes, é crescente a expectativa da utilização da própolis na alimentação de vacas leiteiras, pois se trata de um produto natural, atóxico e com potencial de redução de emissão de metano, o que poderia contribuir para viabilizar a pecuária leiteira diante da pressão conservacionista atual.

Considerações finais

Os aditivos são geralmente utilizados na dieta de vacas leiteiras com o objetivo de manipular a fermentação ruminal e aumentar a eficiência na digestão e absorção dos nutrientes.

Os aditivos devem ser ministrados apenas quando o manejo alimentar dos

animais estiver adequado, sem que haja limitações de nutrientes, já que se trata de um ajuste fino da dieta.

A utilização de ionóforos e leveduras como aditivos alimentares pode contribuir para melhorar a eficiência alimentar de bovinos leiteiros, elevando a produção de leite de vacas e o ganho de peso de animais em crescimento;

Os sabões de cálcio, quando comparados às demais fontes de lipídios, podem ser utilizados para aumentar a densidade energética das dietas sem comprometer significativamente a fermentação ruminal;

Aditivos tamponantes proporcionam aumento do consumo de água, melhoram a digestão dos nutrientes e auxiliam na prevenção de distúrbios metabólicos em vacas de leite;

São necessárias novas pesquisas para esclarecer os efeitos das enzimas, ácidos orgânicos, extratos de plantas e de própolis sobre a alimentação de vacas leiteiras, principalmente em condições tropicais.

Além dos potenciais benefícios nutricionais da utilização dos aditivos, os mesmos devem ser avaliados quanto à sua viabilidade econômica, devendo os mesmos ser recomendados desde que promovam ganhos aos sistemas de produção de leite, sem contudo provocar prejuízos à saúde animal e humana.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCURI, P. B.; CAMPOS, O. F. de; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. da C. Utilização de probióticos e prebióticos em rações de bovinos. In: Minerais e aditivos para bovinos, Anais do 8º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, Fealq, Piracicaba, p.293-320, 2006.

ARM e HAMMER. *Megalac-E Gordura protegida Ruminal*. 1ª ed. Internet: www.qgncarbonor.com.br/includes/arquivos/produtos/nutricaoanimal. Rio de Janeiro, RJ, 2006.

ASANUNA, N.; *et al.* Effect of the addition of fumarate on methane production by ruminal microorganisms *in vitro*. *Journal of Dairy Science*, 82:780, 1999.

BERCHIELLI, T. T.; BERTIPAGLIA, L. M. A. Bovinocultura de corte (Volume I): *Utilização de aditivos na produção de bovinos de corte*. FEALQ, Piracicaba, São Paulo, p.295-330, 2010.

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

BERMUDES, R. F.; LÓPEZ, J.; GALLARDO, M.; SILVA, J. H. S. da; CUATRIN, A. Gordura protegida na dieta de vacas de alta produção a campo, em alfafa verde ou pré-secada, na fase inicial da lactação: Parâmetros plasmáticos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.2, p.405-410, 2003.

BITENCOURT, L. L. *Desempenho e eficiência alimentar de vacas leiteiras suplementadas com levedura viva*. 2008. 58f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Lavras, MG.



BRASIL. Decreto nº 76.986, de 6 de janeiro de 1976, que regulamenta a Lei nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização obrigatória dos produtos destinados à alimentação animal.

CARMEAN, B. R.; JOHNSON, D. E. Persistence of monensin induced changes in methane emissions and ruminal protozoa numbers in cattle. *Journal of Animal Science*, 68(Suppl.1):517. (Abstract). 1990.

CARRO, M. D.; *et al.* Effects of yeast culture on rumen fermentation, digestibility duodenal flow in dairy cows fed a silage based diet. *Livestock Production Science*, 37:219, 1992.

CHAGOYÁN, J.C.V.; CUARÓN, J.A.; SALAZAR, H.G.M. *et al.* Estudio de los efectos de la Sc47 proporcionada vía oral sobre el sistema inmunocompetente en cerdos infectados naturalmente con *E. coli*. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE MICROBIOLOGIA APLICADA A LA NUTRICION ANIMAL, 5., 2002, Guadalajara. *Anais...*, Guadalajara, 2002.

CLAYTON, E. H.; LEAN, I. J.; ROWE J. B.; COX, J. W. Effects of feeding virginiamycin and sodium bicarbonate to grazing lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.82, p.1545–1554, 1999.

DEMEYER, D. I.; HENDERICKX, H. K. Competitive inhibition of in vitro methane production by mixed rumen bacteria. *Archives Internationals de Physiologie et de Biochimie*, v. 75, p. 157–159, 1967.

DOHME, F.; *et al.* Comparative efficiency of various fats rich in medium chain fatty acids to suppress ruminal methanogenesis as measured with RUSITEC. *Canadian Journal of Animal Science*, 80:473, 2000.



DOREAU, M e JOUANY, J. P. Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on nutrient digestion in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.3214-21, 1998.

DUBUC, J.; DuTREMBLAY, D.; BRODEUR, M.; DUFFIELD, T.; BAGG, R.; BARIL, J.; DESCÔTEAUX, L. A randomized herd-level field study of dietary interactions with monensin on milk fat percentage in dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.92, p.777–781, 2009.

DUFFIELD, T. F.; RABIEE, A. R.; LEAN, I. J. A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 2. Metabolic effects. *J. Dairy Sci.* v.91, p.1334–1346, 2008.

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

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

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

FERNANDES, L. B.; CAVAGUTI, E. Novas tendências de aditivos na suplementação de bovinos. In: III Simpósio de pecuária de corte: “Realidade e desafios”. Lavras, *Anais...* Lavras, 2003.



GETACHEW, G.; *et al.* Tannins in tropical browses: effects on in vitro microbial fermentation and microbial protein synthesis in media containing different amounts of nitrogen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:3581, 2000.

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

HANEY, M.; HOEHN, M. Monensin, a new biologically active compound I: Discovery and isolation. *Antimicrob. Agents Chemother.* 349:349. 1967.

HARRISON, G. A.; *et al.* Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating dairy cows on ruminal fermentation and microbial populations. *Journal of Dairy Science*, 71:2967, 1988.

HELANDER, I. M.; *et al.* Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46:3590, 1998.

HIGGINBOTHAM, G.; MERRIAM, J.; SULLIVAN, J. Efecto de una levadura viva o un cultivo de levadura sobre producción de leche y parámetros relacionados en vacas al inicio de la lactancia. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE MICROBIOLOGIA APLICADA A LA NUTRICION ANIMAL, 2., 2000, Guadalajara. *Anais...*, Guadalajara, 2000.

HILL, J. A. G.; LIMA, P. G. C.; FUNAYAMA, S.; HARTMANN, W.; GUGELMIN, C. Efeito da virginiamicina, via oral, sobre a produção de ácidos graxos voláteis, pH ruminal e pH de fezes em vacas leiteiras. *Ciência e Cultura*, n.31, FACIAG 02, p.53-59, 2002.



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

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

JOUANY, J. P. Effect of rumen protozoa on nitrogen utilization by ruminants. *Journal of Nutrition*, 126:1335S, 1996.

KUNG JR. L.; *et al.* Influence of adding malic acid to dairy cattle rations on milk production, rumen volatile acids, digestibility and nitrogen utilization. *Journal of Dairy Science*, v.65, p.1170, 1982.

KUNG JR., L.; KRECK, E. M.; TUNG, R. S.; *et al.* Effects of a live yeast culture and enzymes on in vitro ruminal fermentation and on milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.2045-51, 1997.

LÓPEZ, S.; *et al.* Influence of sodium fumarate addition on rumen fermentation in vitro. *British Journal of Nutrition*, 81:59, 1999.

LÓPEZ, S.; LÓPEZ J. W.; JUNIOR, S.; *Produção e composição do leite e eficiência alimentar de vacas da raça Jersey suplementadas com fontes lipídicas.* Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2006.

LÓPEZ, S.; VALDÉS, C.; NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R.J. Influence of sodium fumarate addition on rumen fermentation in vitro. *British Journal Nutrition*, v. 81, p. 59–64, 1999.



LUCCI, C. S. *Nutrição e manejo de bovinos leiteiros*. 1ª Ed. São Paulo: Manole, 1997. 169p.

LUND, A. Yeasts and moulds in the bovine rumen. *Journal of General Microbiology*. Spencers Wood, v.81, p.453-462, 1974.

MACHADO, F. S.; PEREIRA, L. G. R.; GUIMARAES JR., R.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C.; CHAVES, A.V.; CAMPOS, M. M.; MORENZ, M. J. F.; *Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação*. Embrapa Gado de Leite Documentos, 147. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2011. 92p.

MAKKAR, H. P. S.; *et al.* Potential and limitations of in vitro gas method for studying the effects of plant defensive components on rumen fermentation. *In: Proceedings of the Third International Workshop on Antinutritional Factors in Legume Seeds and Rapeseed*, Wageningen, 1998.

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

MARTINEAU, R.; BENCHAAAR, C.; PETIT, H. V.; LAPIERRE, H.; OUELLET, D. R.; PELLERIN, D.; BERTHIAUME, R. Effects of Lasalocid or Monensin Supplementation on Digestion, Ruminal Fermentation, Blood Metabolites, and Milk Production of Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* v.90, p.5714–5725, 2007.

MATHIEU, F.; *et al.* The effect of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* on fermentation in the rumen of faunated and defaunated sheep: Protozoal and probiotic interactions. *Reproduction Nutrition Development*, 36:271, 1996.



MBANZAMIHIGO, L.; VAN NEVEL, C. J.; DEMEYE, D. I. Lasting effect of monensin on rumen and caecal fermentation in sheep fed a high grain diet. *Anim. Feed Sci. Technol.* v.62, p.215–228, 1996.

McGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. D. Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. *J. Dairy Sci.* v.84 (Suppl.), E194–E203. 2001.

McINTOSH, F. M.; *et al.* Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism. *Applied and Environmental Microbiology*, 69:5011, 2003.

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

MIRZOEVA, O. K.; GRISHANIN, R. N.; CALDER, P. C. Antimicrobial action of propolis and some of its components: the effects of growth, membrane potential and motility of bacteria. *Microbiology Resource*, 152, p.239-246, 1997.

MORAIS, J. A. da S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: *Nutrição de Ruminantes*. Funep, Jaboticabal, SP, 2006, 582p.

MORAN, C.A. Functional components of the cell wall of *Saccharomyces cerevisiae*: applications for yeast glucan and mannan. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 2004, Nicholasville. *Proceedings...* Nicholasville: Alltech Technical Publications, 2004. p.283-296.

MUTSVANGWA, T.; *et al.* The effect of dietary inclusion of yeast culture (Yea-Sacc) on patterns of rumen fermentation, food intake and growth of intensively fed bulls. *Animal Production*, 55:35, 1992.



MUTSVANGWA, T.; WALTON, J. P.; PLAIZIER, J. C.; DUFFIELD, T. F.; BAGG, R.; DICK, P.; VESSIE, G.; McBRIDE, B. W. Effects of a monensin controlled-release capsule or premix on attenuation of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.85, p.3454–3461. 2002.

NAGARAJA, T. G.; NEWBOLD, C. J.; VAN NEVEL, C. J. Manipulation of ruminal fermentation In: HOBSON, N.P. (Ed). *Rumen microbial ecosystem*. London: Blackie. p.523-631. 1997.

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. *J Anim Sci.* v.65, p.1064–1076, 1987.

O'MARA, F. Greenhouse gas production from dairying: reducing methane production. *Advances in Dairy Technology*, v. 16, p. 295-309, 2004.

ODONGO, N. E.; BAGG, R.; VESSIE, G.; DICK, P.; OR-RASHID, M. M.; HOOK, S. E.; GRAY, J. T.; KEBREAB, E.; FRANCE, J.; McBRIDE, B. W. Long-Term Effects of Feeding Monensin on Methane Production in Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* v.90, p.1781–1788, 2007.

OLIVEIRA, B. M. L.; BITENCOURT, L. L.; SILVA, J. R. M.; PEREIRA, M. N. Suplementação de vacas leiteiras com *Saccharomyces cerevisiae* cepa KA500. In: XVI Congresso de Pós-Graduação da Universidade Federal de Lavras, 2007, Lavras, *Anais...* Lavras, 2007.

OLIVEIRA, B.M.L.; BITENCOURT, L. L.; SILVA, J.R.M.; DIAS JÚNIOR, G.S.; BRANCO, I.C.C.; PEREIRA, R.A.N.; PEREIRA, M.N.; Suplementação de vacas



leiteiras com *Saccharomyces cerevisiae* cepa KA500. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* vol.62 no.5 Belo Horizonte - Out. 2010.

OLIVEIRA, J. S.; LANA, R. P.; BORGES, A. C.; QUEIROZ, A. C.; ALMEIDA, I. C. C. Efeito da Monensina e Extrato de Própolis sobre a produção de amônia e degradabilidade *in vitro* da proteína bruta de diferentes fontes de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.2, p.504-510, 2004.

OLIVEIRA, M. V. M.; LANA, R. P.; EIFERT, E. C.; LUZ, D. F.; VARGAS JUNIOR, F. M. Desempenho de novilhas Holandesas confinadas com dietas com diferentes níveis de monensina sódica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.9, p.1833-1840, 2009.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídios. In: *Nutrição de Ruminantes*. Funep, Jaboticabal, SP, 2006, 582p.

PEREIRA, A. Aditivos nutricionais alternativos na produção de bovinos de corte: Leveduras. In: Anais do II Simpósio de Nutrição de Ruminantes: Tendências e atualidades na Pecuária de Corte. UNESP, Botucatu, SP, *Anais...* 08 e 09 de abril de 2005, p.9-12.

PERES, J. R.; SIMAS, J. Perspectivas da utilização de ionóforos na produção de bovinos. In: Anais do 8º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos. Piracicaba: FEALQ, *Anais...* 2006.

PINTO, S. M.; Produção e composição química do leite de vacas holandesas no início da lactação alimentadas com diferentes fontes de lipídeos. *Rev. Inst. Latic.* "Candido Torres", Volume 54, nº 311, p. 26-37, 1999.



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

RUSSELL, J. B. A proposed mechanism of monensin action in inhibiting ruminal bacterial growth: effects on ion flux and protonmotive force. *J. Anim. Sci.* v.64, p.1519-1525. 1987.

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

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Appl. Environ. Microbiol.* v.55, p.1-6. 1989.

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

SANSON, D. W.; STALLCUP, O. T. Growth response and serum constituents of Holstein bulls fed malic acid. *Nutrition Reports International*, 30:1261, 1984.

SAUER, F. D.; FELLNER, V.; KINSMAN, R.; KRAMER, J. K. G.; JACKSON, H. A.; LEE, A. J.; CHEN, S. Methane output and lactation response in Holstein cattle with monensin or unsaturated fat added to the diet. *J. Anim. Sci.* v.76, p.906–914, 1998.

SINDIRAÇÕES. *Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal*: Guia de aditivos. 2009. 66p.



SUNÉ, R. W.; MUHLBACH, P. R. F. e EGGLETON, C. M. J. Efeito da levedura *Sacharomyces cerevisiae* 1026 sobre a produção e qualidade do leite. In: 34ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Juiz de Fora, 1997. *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.265-7.

THOMAS, E. E.; *et al.* Determination of the effect of monensin on coccidiosis prevention and control in young calves. *J. Anim. Sci.* v.76 (Suppl.1):190, 1998.

UGALDE, E. A.; VEGA, R. Uso de levadura viva, enzimas y ácidos dicarboxílicos en ganado lechero en condiciones tropicales. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE MICROBIOLOGIA APLICADA A LA NUTRICION ANIMAL, 5., 2002, Guadalajara. *Anais...*, Guadalajara, 2002.

VALENTINE, S. C.; CLAYTON, E. H.; JUDSON, G. J.; ROWE, J. B. Effect of virginiamycin and sodium bicarbonate on milk production, milk composition and metabolism of dairy cows fed high levels of concentrates. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.40, p.773–781, 2000.

VILELA, D.; ALVIM, M. J.; MATOS, L. L.; MATIOLLI, J. B.; Utilização de gordura protegida durante o terço inicial da lactação de vacas leiteiras em pastagem de coast-cross. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1503-1509, out. 2002.

WALLACE, R. J.; e NEWBOLD, C. J. Rumen fermentation and its manipulation: the development of yeast cultures as feed additives. In: Lyons, T. P. (Ed.) *Biotechnology in the Feed Industry. Proceedings...* Alltech Technical Publications, Nicholasville, 1993. p.173.

WINA, E.; MUETZEL, S.; BECKER, K.; The impact of saponins or saponin-containing plant materials on ruminant production – A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:8093, 2005.

