



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.
Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=161>>.

Uso de aditivos na pecuária leiteira: Revisão

Bruna da Conceição de Matos

Zootecnista/UNESP –Jaboticabal

Mestranda em Ciência Animal e Pastagens ESALQ/USP

Nas últimas décadas, a busca por uma melhor eficiência na pecuária leiteira propiciou o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas que proporcionaram incremento à produção, melhora na qualidade físico-química e nutricional do leite, redução na ocorrência de distúrbios metabólicos e dos custos de cria e recria de fêmeas destinadas à reposição, sem detrimento ao desempenho animal.

Nesse contexto, durante a década de 50, iniciou-se a utilização de antibióticos na alimentação animal, com o objetivo de cura e prevenção de patologias por meio da exclusão de microrganismos competidores de substrato no trato gastrintestinal. De uma forma geral, os antibióticos podem ser divididos em dois grandes grupos, ionóforos e não ionóforos, de acordo com o seu modo de ação. Os rápidos resultados obtidos (melhora no ganho de peso, conversão alimentar e redução de problemas infecciosos) surpreenderam os produtores, pois mesmo em doses baixas, observavam-se resultados

positivos. Mas deve-se ter em mente que as condições de higiene e manejo, neste período eram inferiores aos observados hoje (Loyola et al., 2006).

Devido a seu uso não criterioso, na década de 60, surgiram os primeiros relatos de resistência microbiana, acarretando redução na eficiência do uso deste produto como agente terapêutico em animais e humanos. A transmissão de microrganismos resistentes ao homem ocorreria por meio do consumo de carnes, leite e derivados ou pelo convívio com animais.

Em função de sua complexidade e alto grau de especificidade, os ionóforos, parecem não contribuir para o desenvolvimento de resistência microbiana de importância humana (Loyola et al., 2006). Por este motivo, durante a década de 70-90, os ionóforos foram largamente utilizados na alimentação animal, objetivando a manipulação da fermentação ruminal, a melhora da eficiência de utilização dos alimentos e do desempenho para animais em crescimento e produção, sem efeitos nocivos à saúde humana. No início dos anos 80, ocorreram as primeiras aprovações para utilização deste produto para vacas leiteiras, com o intuito de incrementar a produção leiteira e a resposta imune. Os países pioneiros nesta inovação foram Austrália, Argentina, Nova Zelândia e África do Sul (Baggs, 1997).

Em 1999, baseando-se no "Princípio da Precaução" a União Européia banuiu a utilização de antibióticos como promotores de crescimentos (espiramicina, bacitracina de zinco, tilosina e virginiamicina) (Ipharraguerre, 2003), mas a proibição do uso de ionóforos como aditivos alimentares (monensina sódica e lasalocida) somente ocorreu em 2006. Este princípio é uma prerrogativa para as autoridades da UE, mesmo na ausência de dados científicos

conclusivos, adotarem uma "postura preventiva" em relação a uma determinada questão (Loyola et al., 2006). Outros países, no entanto, adotam o "Princípio da prova", baseando-se em evidências científicas para uma tomada de decisão, como o caso dos Estados Unidos e Brasil.

Devido à inquietação do mercado internacional frente ao uso de antibióticos (ionóforos ou não ionóforos) nas rações animais, novas técnicas surgem como alternativa a utilização destes. Algumas apresentam um mecanismo de ação semelhante, outras completamente distintos. Dentre as alternativas existentes, destaca-se o uso de bactérias probióticas, das bacteriocinas e dos ácidos orgânicos.

Os mecanismos propostos para incremento no desempenho animal estão relacionados com a produção de compostos antimicrobianos, competição por substrato, produção ou estímulo de enzimas, metabolismo ou detoxificação de compostos indesejáveis, estímulo de resposta imune ao animal hospedeiro, produção de nutrientes (vitaminas e aminoácidos) ou outros fatores estimuladores de crescimento para os microrganismos desejáveis no trato digestório e do animal hospedeiro (Morais et al., 2006). Sendo a dualidade de resultados observados decorrentes destes e de outros fatores.

ADITIVOS ALIMENTARES

Segundo o decreto 76.986 de 06 de janeiro de 1976, denomina-se como aditivo qualquer substância intencionalmente adicionada ao alimento, com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique o seu valor

nutritivo e contribua positivamente na melhora do desempenho dos animais. Podendo ser divididos em 5 categorias (Nutritime, 2007):

- 1) Aditivos tecnológicos: Qualquer substancia adicionada a dieta com fins tecnológicos, tais como conservantes, antioxidantes, adsorventes, entre outros.
- 2) Aditivos sensoriais: Qualquer substancia adicionada ao alimento com intuito de melhorar ou modificar suas propriedades organolépticas ou características visuais, por exemplo, corantes, aromatizantes, palatilizantes e etc.
- 3) Aditivos zootécnicos: Substancias capazes de influir positivamente na melhora do desempenho dos animais. Incluindo-se os seguintes grupos funcionais:
 - 2.1) Digestivos: Facilita a digestão dos alimentos, atuando sobre determinadas matérias primas. Por exemplo: Enzimas.
 - 2.2) Equilibradores da flora intestinal: Substancias ou microrganismos que apresentam efeito positivo sobre a flora intestinal. Podendo-se citar os probióticos, prebióticos, simbióticos, ácidos orgânicos, entre outros.
 - 2.3) Nutracêuticos ou Alimentos funcionais: Alimentos e componentes alimentares que promovem benefícios à saúde, prevenindo e controlando doenças além de satisfazer os requerimentos nutricionais tradicionais (Mello, 2006).
 - 2.4) Melhoradores de desempenho: Substancias definidas quimicamente que melhoram os parâmetros de produtividade, tais como ionóforos, antibióticos, quimioterápicos e repartidores de nutrientes e hormônios.
- 4) Aditivos anticoccidianos: Substancias medicamentosas utilizadas para prevenção de coccidiose. Muito utilizado na dieta de animais jovens e monogástricos.

- 5) Aditivos nutricionais: Toda substancia utilizada para manter ou incrementar as propriedades nutricionais. Por exemplo: Vitaminas, microminerais, aminoácidos, uréia.

Ionóforos

Os ionóforos são poliésteres carboxílicos produzidos por várias espécies de actinomicetos, destacando-se as bactérias pertencentes ao gênero *Streptomyces*, que possuem capacidade de alterar o transporte de cátions através das membranas celulares e quando administradas a ruminantes, alteram o padrão de fermentação ruminal devido à seleção da microbiota local (Bergen & Bates, 1984). A estrutura dos ionóforos determina o seu modo de ação e as diferenças entre as moléculas.

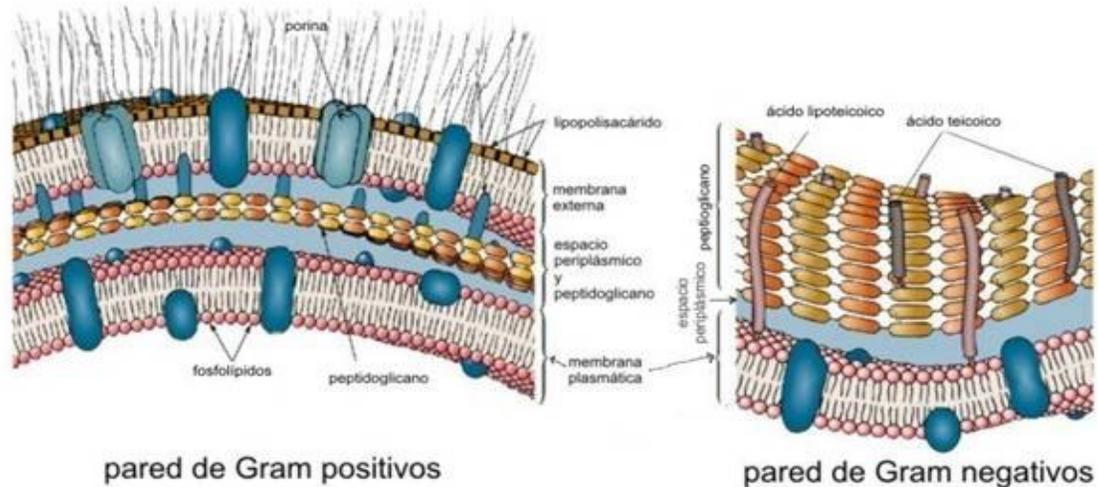
O termo poliéter refere-se a uma estrutura entre a molécula pouco usual, que lhe confere atividade. Cada molécula de ionóforo tem a capacidade de transportar cátions através de espessa membrana citoplasmática bilipídica de bactérias gram-positivas. A seletividade que os diferentes ionóforos tem por diferentes cátions é uma característica específica de cada molécula e depende da dimensão e das propriedades eletromecânicas das mesmas. A monensina é um poliéter monovalente com a seguinte afinidade: Na>K>Rb>Li>Cs. A afinidade por Na⁺ é aproximadamente 10 vezes maior do que pelo K⁺. Em contraste, a lasalocida é um poliéter bivalente com a seguinte afinidade, por cátions monovalente, Cs>Rb> K> Na> Li; por cátions bivalentes, Ba>Sr>Ca>Mg. Em termos de potência relativa, a monensina tem cerca de 31 vezes mais afinidade por Na⁺ que a lasalocida, enquanto esta tem cerca de 10

mil vezes mais afinidade por Ca^{++} do que a monensina (Peres et al., 2006).

Sendo o rúmen um sistema anaeróbio facultativo, os microorganismos ruminais fermentam carboidrato e proteína para obtenção de energia e nutrientes necessários para seu crescimento. Alguns dos produtos provenientes desta fermentação, tais como, os ácidos graxos voláteis e a proteína microbiana, são as maiores fontes de nutrientes para o animal (energia e N), por outro lado produtos como metano e amônia podem representar uma perda considerável de energia e proteína (Owens & Goetsch, 1988, citados por Ipharraguerre, 2003). As bactérias ruminais gram-positivas estão relacionadas com a produção de acetato, butirato, formato, lactato, hidrogênio e amônia (Russel & Strobel, 1989). Por outro lado bactérias ruminais gram-negativas estão associadas à produção de propionato e succinato (Russel & Strobel, 1989). Quando este tipo de bactéria é predominante no rúmen, uma menor quantidade de metano é produzido, principalmente pela redução na disponibilidade de hidrogênio e formato, e observa-se também uma redução na produção de lactato, diminuindo assim, a susceptibilidade de ocorrência de acidose ruminal e queda no pH do rúmen (Nocek, 1997 citados por Ipharraguerre, 2003).

A menor susceptibilidade das bactérias gram-negativas a ação dos ionóforos ocorre em virtude de seu envoltório celular ser constituído por uma parede celular e uma membrana externa de proteção formada por proteínas, lipoproteínas e lipopolissacarídeos, a qual contém porinas com tamanho limite de aproximadamente 600 Daltons. A maioria dos ionóforos apresenta tamanho superior a 600 Daltons, e conseqüentemente, não conseguem atravessar os canais de proteínas (porinas), tornando as células impermeáveis a sua ação.

As bactérias gram-positivas, no entanto, possuem apenas uma camada espessa de peptidoglicanos, que devido a sua porosidade, não impede a ação dos ionóforos, principalmente a monensina (Anexo1) (Morais et al., 2006).



Anexo1. Representação esquemática da parede celular de bactérias gram positivas e negativas

Fonte: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v5n2/sanchez.htm>

A intensidade dos efeitos dos ionóforos é dependente da dieta e do nível utilizado. Hungate (1996) relatou que o rúmen de animais alimentados com dietas à base de volumosos é constituído basicamente de bactérias gram-negativas, enquanto que animais alimentados com dieta à base de concentrado há uma maioria de microrganismos gram-positivos. Dessa forma, espera-se uma melhor efetividade do uso de ionóforos em dietas de alta concentração de ionóforos.

A redução na produção de metano parece estar mais relacionada com a inibição das bactérias que produzem e fornecem H₂ e formato para metanogênese, do que um efeito direto sobre as bactérias metanogênicas, uma vez que estas são mais resistentes à ação dos ionóforos. Outro fator importante é a inibição do crescimento de protozoários, potenciais formadores de H₂ durante a fermentação ruminal, no entanto, essa ação tem sido temporária (McAllister et al., 1996; Moraes et al., 2006), sendo o período de redução do crescimento variável de acordo com o tipo de dieta ofertado.

O uso da monensina acarreta também alterações no metabolismo de nitrogênio. De uma forma geral, observa-se redução na degradação da proteína ruminal e nas concentrações de amônia e N ruminal, em decorrência de uma maior inibição da deaminação (formação de ácidos orgânicos com liberação de amônia) em relação à proteólise. No caso de vacas leiteiras, observa-se que uma maior proporção de proteína verdadeira da dieta escapa da degradação ruminal, aumentando a digestibilidade total do N e da proporção de N consumido que foi retido (Moraes et al., 2006).

Outro fator de modificação da ação do ionóforo refere-se à categoria animal. Em animais em aleitamento preconiza-se o seu uso como agente anticoccidiostático, enquanto para fêmeas em lactação, o principal interesse está na diminuição dos problemas metabólicos e melhor partição de nutrientes.

Ionóforos na dieta de bezerros leiteiros - Efeitos sobre a performance produtiva

Um dos grandes entraves na criação de bezerros em aleitamento refere-se às altas taxas de mortalidade, principalmente em decorrência de diarreias. O uso de ionóforos como coccidiostático (monensina, lasalocida) para a minimização deste problema é uma realidade devido à sua capacidade de transporte de cátions para o interior da célula, ocorrendo à entrada de água na mesma e ruptura do oocisto. Embora a doença seja controlada com eficiência, os dados de performance dos animais ainda são escassos e inconsistentes (Nussio, 2003).

Salles & Lucci (2000a), avaliando o desempenho de bovinos leiteiros suplementados com monensina, observaram melhora no ganho de peso e ingestão de matéria seca, desde que a dosagem máxima utilizada fosse inferior a 0,8mg de monensina/Kg de PV, as médias gerais foram, respectivamente, 1,25 Kg/dia e 4,678 Kg de MS/animal/dia. As conversões alimentares não mostraram resultados significativos, média geral observada de 3,7 Kg de MS /Kg de ganho.

A seletividade da microbiota ruminal, ocasionada pela adição de monensina, proporciona a produção de uma maior porcentagem molar de ácido propiônico em detrimento dos ácidos butírico e acético, conseqüentemente a fermentação ruminal torna-se mais eficiente, incrementado dessa forma, a eficiência alimentar.

Salles e Lucci (2000b) avaliando os efeitos da monensina sobre os parâmetros ruminais de AGV, N-NH₃, pH e a digestibilidade do alimento fornecido a bezerros leiteiros em crescimento, observaram elevação da digestibilidade do alimento, principalmente para os valores de MS, NDT, energia digestível e proteína digestível.

Com relação aos valores de pH, estes mesmos autores observaram um aumento linear significativo, com valor médio de 6,24, em termos percentuais elevação de 8,5% para o tratamento de melhor resposta (tratamento com administração de 1,2 mg de monensina/Kg de PV; valor médio de pH de 6,486). Os resultados de N-NH₃ diminuíram quando os níveis de utilização de monensina foram aumentados, o valor médio do grupo controle foi 45,54 mg% de N-NH₃, sendo 30,21 mg% de N-NH₃ a média dos grupos tratados com monensina.

Quigley *et al* (1992) estudando o efeito da lasalocida na seleção da microbiota ruminal e de metabólitos sanguíneos de bezerros leiteiros, observaram que os valores de pH tenderam a se elevar após administração ruminal de lasalocida, apresentando valores médios de 5,91 e 5,42 para os períodos de pré-desmame e pós-desmame, respectivamente. Porém não foram observados valores significativos para a concentração ruminal de N-NH₃, apresentando valores médios de 14,3 mg/dL e 18,4 mg/dL, para pré-desmame e pós-desmame, respectivamente. Os altos valores de N-NH₃ observados são resultados da rápida degradação das fontes protéicas utilizadas na dieta. Efeitos não significativos com relação aos valores de pH foram observados por Nussio (2002), apresentando valores médios de 6,2 e redução nas concentrações de N-NH₃ ruminal, valores médios de 12,14mg/dL, nos tratamentos onde foram realizadas a administração da monensina.

Para os parâmetros de fermentação ruminal, diversos estudos demonstram a elevação da proporção do ácido propiônico e redução do ácido acético e butírico (Ipharraguerre, 2003; Russel & Strobel, 1989). Salles e Lucci (2000b) observaram efeito linear para a concentração de ácido acético, ácido butírico e quantidade de ácidos

graxos totais, do líquido ruminal coletado logo após abate, com conseqüente redução à medida que os níveis de utilização eram aumentados. Reduções nas proporções de ácido acético e butírico foram observadas, sendo que para o propiônico não foram obtidas medidas significativas, resultados semelhantes aos encontrados por Nussio (2002).

Quigley *et al* (1992), obtiveram valores não significativos para as proporções molares dos diferentes ácidos graxos voláteis. Observando-se uma elevação em sua concentração com o início do consumo de alimento sólido. Após a desmama, os aumentos não foram significativos, apesar do aumento da ingestão de matéria seca (IMS). As baixas respostas observadas, tanto para os períodos de pré-desmama e pós-desmama, podem ser conseqüência de um incompleto desenvolvimento ruminal.

Com a passagem gradativa do animal de não-ruminante para ruminante a concentração de glicose no sangue diminui enquanto as concentrações de AGV, acetato e β -hidroxibutirato (BHB) aumentam. O butirato é metabolizado a corpos cetônicos pelo epitélio ruminal e pelo fígado, sendo estes liberados na circulação e usados como fonte de energia por tecidos periféricos. A conversão de BHB é afetada pelo pH e pela concentração de AGV no rúmen, e negativamente correlacionada com a taxa de absorção de butirato (Weigand *et al*, 1972 citado por Nussio, 2002).

Quigley *et al* (1992) observou que as concentrações de BHB alcançaram maiores concentrações logo após a desmama, para os tratamentos sem administração de monensina e para os tratamentos com aplicação de monensina via "milk replacer". Porém para os animais do tratamento de aplicação do ionóforo via cânula ruminal, observou-se uma redução de 28% da concentração de BHB neste

mesmo período. O mesmo foi observado para as concentrações de Acetoacetato (ACAC), podendo ser explicado pela redução na concentração de butirato ruminal e elevação da concentração de propionato, como precursor da gliconeogênese, reduz a necessidade de mobilização lipídica e síntese cetogênica hepática. As altas relações BHB/ACAC e baixas concentrações plasmáticas de ácidos graxos não esterificados (AGNE) e concentração normal de glicose indicam pequena cetogênese hepática e sugerem que a cetogênese alimentar representou a fonte primária de cetona sanguínea.

Nussio (2002), avaliando o processamento de milho e suplementação de monensina para bezerros leiteiros pré e pós desmama precoce, observou que embora os níveis de glicose estivessem dentro dos valores normais, os altos valores de BHB e ácidos graxos livres (AGL) indicavam que a principal fonte de corpos cetônicos seria proveniente de cetogênese hepática.

Poucos são os estudos disponíveis sobre a utilização de ionóforos na alimentação de bezerras leiteiras destinadas a reposição, e a elucidação de seus mecanismos de ação são de fundamental importância para uma melhor eficiência de produção destes animais.

Utilização de Ionóforos na alimentação de vacas leiteiras.

A pressão para a redução da poluição ambiental nas propriedades leiteiras é uma realidade e aumenta a cada ano, o desenvolvimento de estratégias de manejo que tornem mais eficiente a produção de leite tornou-se crucial (Iparraguerre et al, 2003). Dados sugerem que os ionóforos podem contribuir para a realização deste objetivo, devido a mudanças no padrão de fermentação dos animais, aumento do suprimento de nutrientes, melhora no balanço

energético, na eficiência de produção de leite e na resposta imune do animal, frente a distúrbios metabólicos. Outra vantagem da utilização de ionóforos para vacas leiteiras é a provável queda da atividade proteolítica e fermentação de aminoácidos (Russel, 1996). Como consequência, a concentração de amônia no rúmen pode decair, elevando, assim, os valores de pH.

Efeitos sobre a performance produtiva de vacas lactantes.

As dietas geralmente consumidas por vacas leiteiras no início da lactação apresentam elevadas concentrações de amido prontamente degradado no rúmen. A rápida fermentação de uma elevada quantidade de amido eleva a produção de ácido láctico e diminui o consumo do mesmo pelos microorganismos ruminais. Acúmulos de ácido láctico podem acarretar declínios mais drásticos no pH ruminal, do que o acúmulo dos ácidos acético, propiônico e butírico. Este acúmulo tem sido associado com o início de acidose clínica e subclínica em gado de corte, recebendo dietas com alta proporção de amido. Poucos são os estudos relatando os efeitos da concentração de lactato para vacas leiteiras, mas a avaliação deste pode ser interessante, principalmente para os animais em início de lactação, por ser um importante fator na regulação da ingestão de matéria seca (Knowlton *et al*, 1996b).

A acidose ruminal subclínica é caracterizada por repetidas quedas nos valores de pH entre 5,2 e 5,6, resultando em uma maior concentração de carboidrato rapidamente fermentável, que conduz um acúmulo de ácidos orgânicos no rúmen (Keunen *et al*, 2002).

Nocek *et al* (1997) sugere uma associação entre a ocorrência de acidose ruminal subclínica e a redução na ingestão de alimento,

aumento na ocorrência de diarreias, queda na produção de leite e ocorrência de laminites.

Em um estudo conduzido por Knowlton *et al* (1996b), observou-se uma elevação nas concentrações de lactato, mas não foram encontradas respostas significativas para as concentrações dos ácidos acético, propiônico, butirato, valérico, formato ou ácidos graxos de cadeia ramificada. As proporções de ácido acético e propiônico, também não foram afetadas pela administração da lasalocida. Além disso, observou-se uma interação entre os tamanhos de partícula do grão do milho e a utilização de lasalocida, dietas contendo grãos inteiros apresentaram valores mais elevados de acetato, mas a concentração deste ácido era reduzida em dietas contendo milho grosseiramente moído. Tanto o tamanho da partícula do grão de milho, quanto a utilização de lasalocida não apresentaram efeitos significativos para as médias de pH, que permaneceram abaixo de 5,5 – 6.

Knowlton *et al* (1996a), estudando diversos rebanhos leiteiros canadenses, observou que para vacas que se encontravam na metade do período de lactação, a administração de lasalocida reduziu a IMS e não elevou a produção leiteira. Nos animais que se encontravam no início da lactação, não foram observadas elevações na produção de leite e IMS. Estes mesmos autores observaram respostas mais significativas no aumento da produção de leite, produção de proteína e lactose, e para leite corrigido a 4% de gordura (G), em vacas primíparas. Já em vacas múltíparas, o uso do ionóforo promoveu uma diminuição nas produções de leite e de leite corrigido para 4% de G, e produções de gordura e lactose e elevação na IMS.

Erasmus *et al* (1999) estudando a performance produtiva de vacas leiteiras alimentadas com diferentes concentrações de lasalocida relata uma queda de 6,7% na IMS. Porém não foram observados efeitos significativos na produção de leite, as médias gerais obtidas foram de 29,8 Kg/d. Decréscimos não significativos na produção (~7,14) foram observados quando os níveis de utilização de lasalocida na dieta atingiram 20 mg/Kg.

Dos principais componentes leiteiros a gordura é o mais manipulável na dieta, seja em sua concentração ou em sua composição. Dados recentes de estudos *in vitro*, sugerem que os ionóforos podem inibir a biohidrogenação do ácido graxo C18, elevando assim, os isômeros *trans* C18:1 e C18:2 (Fellner *et al*, 1997). Supõe-se que estes isômeros implicam potencialmente no mecanismo responsável pela redução da gordura no leite (Griinari *et al.*, 1997).

Erasmus *et al* (1999) não encontrou respostas significativas para a produção de gordura com valores médios de 3,5% tanto para o tratamento controle, quanto para o tratamento com suplementação com lasalocida. Sugerindo como possível explicação para a ocorrência deste fato a não escassez dos precursores lipogênicos para a síntese de gordura na glândula mamária. A escassez destes precursores é a base para a teoria da insulina glicogênica na redução da gordura do leite, onde concentrações altas de insulina reduziriam a mobilização dos precursores lipídicos do tecido adiposo, reduzindo desta forma a síntese de gordura. Estudos recentes tem demonstrado que elevações nas concentrações de insulina não depreciaram a síntese de gordura no leite (Griinard *et al*, 1998; McGuire *et al*, 1995)

Em contrapartida, Knowlton *et al* (1996a) observou decréscimos de 0,16 unidades para porcentagem de gordura no leite

e 0,05 unidades para produção de gordura no leite (Kg/d). Maiores estudos devem ser realizados com o intuito de entender os mecanismos de ação dos ionóforos sobre o conteúdo de gordura no leite.

Knowlton *et al* (1996a) observou aumentos nas concentrações de proteína no leite, na ordem de 0,075 unidades para a porcentagem de proteína no leite e 0,03 unidades para produção de proteína (kg/d). Os aumentos nas concentrações de proteínas podem ser explicados pelo efeito que os ionóforos apresentam em diminuir a proteólise ruminal, diminuindo as concentrações de amônias ruminais e possivelmente aumentando o escape ruminal das proteínas. Erasmus *et al* (1999), não observou respostas significativas para este componente.

Com relação às concentrações de lactose no leite, não foram observados efeitos significativos (Knowlton *et al* 1996a). Respostas significativas foram observadas por Erasmus *et al* (1999), observando uma redução de 2,34% na porcentagem de lactose nos tratamento com suplementação de lasalocida.

A eficiência da produção leiteira (kg de leite/ Kg de IMS) avaliada por Erasmus *et al* (1999), tendeu a ser mais elevada para os animais suplementados com o ionóforo. Esta elevação na eficiência produtiva pode ser resposta do melhor valor de energia metabólica, imposto pelo ionóforo, além da elevação na produção de propionato, queda nas produções de metano e melhora na digestibilidade da MS.

Vacas primíparas são mais susceptíveis a ação dos ionóforos do que as múltiparas, devido principalmente, ao fato da microbiota ruminal destas não ser resistente a ação dos ionóforos, promovendo assim maiores ganhos produtivos (Erasmus *et al*, 1999; Knowlton *et al*, 1996a).

Duffield *et al* (1999) observaram que a magnitude da elevação da produção leiteira é parcialmente ditada pela condição corporal das vacas no momento da administração do tratamento. O mesmo efeito foi observado por Knowlton *et al* (1996a) e Gallardo *et al* (2005), sugerindo que a redução das perdas de condição corporal de vacas no início da lactação, deveu-se principalmente a elevação na IMS.

A maioria dos estudos relatados referem-se ao sistema de alimentação TMR, poucos são os dados de avaliação da eficiência de utilização de ionofóros para vacas basicamente em pastejo. Gallardo *et al* (2005), estudando os efeitos de utilização de ionofóros a curto e longo prazo para vacas holandesas em sistema de pastejo, recebendo suplementação parcial de ração total, observou ausência de efeitos significativos para a IMS, observando valores médios de 22,9 Kg/d. Resultados semelhantes foram obtidos por Iparraguerre *et al* (2003), Ruiz *et al* (2001) e Phipps *et al* (2000).

Com relação aos componentes do leite Gallardo *et al* (2005), Iparraguerre *et al* (2003), Ruiz *et al* (2001), Phipps *et al* (2000), observaram respostas não significativas na redução do conteúdo de gordura e na concentração de proteína do leite, sendo o decréscimo na concentração de gordura uma resposta ao aumento da produção de leite no mesmo período.

Uma nova proposta para avaliação da eficiência da proteína dietética (e indiretamente a energia), é a estimativa do nitrogênio uréico no leite (NUL). As vantagens de utilização baseiam-se no fator de ser menos invasivo, ao animal, e mais econômico do que os testes tradicionais (determinação de nitrogênio uréico sanguíneo – NUS). Erasmus *et al* (1999), observou decréscimos na concentração de NUL, quando as vacas foram suplementadas com lasalocida. Resultados diferentes foram observados por Gallardo *et al* (2005),

onde a administração de monensina elevou as concentrações de NUL em 6%, atingindo valores médios de 10,3 mg/dL. Com base nos dados obtidos, não se pode afirmar a correta ação dos ionóforos sobre a concentração de NUL, para isto novos estudos devem ser desenvolvidos.

Efeito glicogênico-anticetônico em vacas lactantes

No final do período de gestação e início da lactação as vacas leiteiras apresentam um elevado acréscimo na exigência de energia e glicose, resultantes do rápido crescimento fetal e de tecidos do próprio animal, e início do metabolismo de síntese do leite. Sendo o consumo de matéria seca no início da lactação menor do que a exigência nutricional do animal, o mesmo poderá apresentar um déficit energético negativo.

Para conter estes processos os ácidos graxos de cadeia longa são os primeiros a serem mobilizados dos tecidos de reserva, sendo transportados no plasma sanguíneo na forma de ácidos graxos não esterificados (AGNE), e finalmente capturados e oxidados no fígado (Drackley, 2001).

A excessiva mobilização lipídica pode acarretar um aumento da circulação de AGNE e cetona, infelizmente, a elevação destes no início da lactação apresenta uma elevada relação com a redução na IMS, depressão na produção leiteira e resposta imune (Drackley, 2001). Outros estudos, no entanto, relatam redução na circulação sanguínea de AGNE (Gallardo *et al*, 2005, Duffiel *et al*, 2003 e Ramazin *et al*, 1997). A não concordância dos resultados pode ser resultados da influência do sistema de alimentação (Mistura total, e pastejo com

suplementação), estágio de lactação e acréscimos na produção leiteira.

Baseando-se no potencial do ionóforo em elevar o suprimento de precursores de glicose, muitos pesquisadores tem postulado que a administração de ionóforos para vacas leiteiras poderia elevar a produção de glicose e, por conseguinte, melhorar o balanço energético em vacas lactantes.

Stephenson *et al* (1997), sugere que durante o final da gestação os ionóforos podem alterar o fluxo glicogênico sem alterar a concentração sanguínea da glicose, através do estímulo de liberação de insulina e, portanto, promovendo uma maior destinação da glicose para os mecanismos de maior prioridade energética, como o crescimento fetal. Similarmente, o ionóforo pode elevar a disponibilidade de glicose no início da lactação, mas os processos homeostáticos priorizam o uso da glicose pela glândula mamária, mantendo sua concentração sanguínea relativamente constante.

Gallardo *et al* (2005) não observaram diferenças significativas na concentração plasmática de glicose (média de 60,2 mg/dL), para vacas em regime de pastejo sendo suplementadas com concentrado e TMR, resultados semelhantes foram obtidos por Duffiel *et al* (2003). Duffiel *et al* (1998), relatam elevação na concentração de AGNE no plasma sanguíneo, em vacas suplementadas com ionóforos, independentemente do manejo alimentar adotado.

Heuer *et al* (2001), estudando os efeitos da aplicação de monensina e a incidência clínica de distúrbios metabólicos, observaram efeitos significativos na redução das concentrações de BHB e ACAC tanto para os animais que iniciaram o tratamento com a monensina antes da parição (1 a 2 semanas antes) e para os animais que iniciaram o tratamento após a parição (4 a 5 semanas após).

Respostas mais significativas foram observadas no terceiro mês de lactação, como resposta à ocorrência de um provável balanço energético positivo.

Duffiel *et al* (1998b) observou redução de 50% na incidência de cetose subclínica, quando as fêmeas eram suplementadas com monensina, sendo este efeito maior para as primíparas e vacas de segunda cria.

Duffield *et al* (1999), relata que os efeitos dos ionóforos na circulação da glicose e BHB parecem ser também modulados pelas condições de escore corporal (CEC). Embora a monensina diminua as concentrações de BHB para as diferentes CEC, provavelmente animais com condição corporal elevada (gorda) apresentem elevadas concentrações de BHB, aproximando-se dos limites da cetose clínica.

A magnitude de resposta à suplementação com ionóforo é dependente de vários fatores, especialmente a dose utilizada, sendo esta uma particularidade de cada ionóforo. Por este motivo, novos estudos devem ser realizados nesta área, para um melhor conhecimento das doses efetivas de utilização, e os mecanismos de atuação dos ionóforos.

Probióticos

Os probióticos são produtos constituídos por microorganismos vivos que uma vez introduzido no organismo animal influenciam benéficamente o hospedeiro através de uma melhora no balanço microbiano intestinal (Fulker *et al.*, 1989).

A história de utilização de alimentos probióticos na alimentação humana é conhecida a centenas de anos. O uso deste produto surgiu no Oriente Médio, onde os médicos prescreviam leites fermentados

como terapêutica para afecções intestinais. Mas a primeira publicação sobre seus efeitos na saúde humana somente ocorreu em 1907, com o lançamento do livro de Ilya Metchnikoff, intitulado "The Prolongation of life" (Loddi, 2005).

O início da utilização de probióticos na alimentação animal ocorreu na década de 70, com a utilização principalmente do *Lactobacillus acidophilus*, nas rações de frangos de corte. Com a proibição da utilização de antibióticos como promotores de crescimento em 1999, pela União Européia, coube aos produtores a busca por novos produtos e técnicas de manejo que propiciassem a mesma eficiência, sem elevação dos custos. Com este objetivo, os estudos sobre a eficiência de utilização de ionóforos e probióticos se intensificaram. No Brasil, a proibição ocorreu no ano de 1992.

A eficácia de utilização dos probióticos é estritamente dependente da quantidade e características das cepas de microorganismos utilizados na elaboração do produto a ser utilizado como aditivo alimentar. As espécies bacterianas mais comuns para o preparo deste tipo de produtos são: *Lactobacillus bulgaris*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. lactis*, *L. salivarius*, *L. plantarium*, *L. reuteri*, *L. johonsie*, *Streptococcus thermophilus*, *Enderococcus faecium*, *E. faecalis*, *Bifidobacterium ssp*, *Bacillus subtilis*, *B. toyoi*, *Aspergillus oryzae* e *Saccharomyces cerevisiae* (Buttolo, 2001). Destacando-se na nutrição de bovinos os *L. acidophilus* principalmente como coccidiostáticos para bezerros e *Aspergillus oryzae* e *Sachcaromyces cerevisiae*, para animais adultos, seja na pecuária leiteira ou de corte.

Advoga-se que a utilização de probióticos possa contribuir na promoção do crescimento animal, melhora na conversão alimentar, maior absorção de nutrientes pelo controle da diferenciação e proliferação das células epiteliais, neutralização de fatores

antinutricionais, melhora no metabolismo de carboidratos, cálcio e síntese de vitaminas, produção de enzimas microbianas para compensar atividades deficientes de enzimas do hospedeiro, eliminação ou controle de microrganismos patogênicos causadores de doenças subclínicas ou clínicas e estímulo da imunidade específica ou não-específica no intestino (Arcuri et al., 2006).

Ainda são escassos e inconsistentes os estudos sobre a ação de microrganismos probióticos sobre os parâmetros ruminais e desempenho produtivo de ruminantes. Callaway *et al* (1997), sugere que a suplementação com leveduras estimula o crescimento das bactérias celulolíticas, propiciando um melhor substrato para crescimento das mesmas, através do aumento das concentrações de ácidos orgânicos, vitaminas do complexo B e aminoácidos.

Segundo Dan *et al* (2000) e Willians *et al* (1991) os parâmetros ruminais podem ser afetados, principalmente os valores de pH, as concentrações de ácidos graxos e N amoniacal (N-NH₃), e a produção de metano (Soder *et al*, 1998) assim como, a microflora ruminal e as taxas de degradação da fibra e NDT.

Respostas não significativas foram obtidas por Corona *et al* (1999), Garcia *et al* (2000a) e Garcia *et al* (2000b) estudando os efeitos da suplementação de *Saccharomyces cerevisiae* sobre os parâmetros ruminais em ovinos, e Arambel *et al* (1990) e Soder *et al* (1998), estudando os efeitos da suplementação em vacas em lactação.

A utilização de *Aspergillus orizae* na dieta tem gerado muito interesse, mas pouca são as informações sobre o seu mecanismo de ação. Seu efeito deve-se, principalmente, à presença de enzimas polissacarídeas (celulase e xilanase), as quais apresentam efeito sobre a degradação da parede celular. Há indícios de facilitação da

aderência de bactérias celulolíticas à fibra, por meio da atração quimiostática provocada pela liberação de açúcares solúveis ou por alteração da superfície da fibra e na estabilização do pH ruminal (Morais et al., 2006).

Dentre os diferentes gêneros/espécies utilizadas como probióticos, um maior detalhamento sobre o *Saccharomyces cerevisiae* será proposto, devido ao maior numero de dados observados na literatura e a importância mercadológica, que acarretou nos últimos 10 anos.

Probióticos na alimentação de bezerros leiteiros

Um efeito benéfico da utilização de leveduras para bezerros leiteiros é o aumento da ingestão voluntária proporcionada pela modulação do pH ruminal e redução na concentração de ácido láctico (Williams *et al*, 1991). Williams *et al* (1985), sugere que a redução do pH ruminal em dietas com elevadas concentrações de carboidratos rapidamente fermentáveis para bezerros apresentava-se como um fator limitante no apetite, sendo estas reduções proporcionadas pela elevação nos níveis de ácido láctico durante o desenvolvimento ruminal.

Diversos estudos relatam que independentemente da forma de levedura (liofilizada ou levedura viva) e dos níveis de suplementação (0,001% a 1%) ocorrem elevações nos valores de IMS e ganho médio diário, com relações as produções de ácidos láctico, propiônico e amônia no rúmen, os valores foram reduzidos ou não foram alterados. Os valores de eficiência alimentar, pH, concentrações de AGV e produções de butirato e acetato foram elevadas (Leismester *et*

al, 2004; Quigley *et al*, 1992; Wohlt *et al*, 1998; Wohlt *et al*, 1991; Williams *et al*, 1991, Callaway *et al*, 1997; Arambel *et al*, 1990).

A regulação nos valores de pH e ácido láctico são interessantes para uma melhora no desenvolvimento ruminal de pré-ruminantes, pois estes parâmetros influenciam a ingestão do alimento e a ocorrência de paraqueratoses. No entanto, os efeitos da suplementação com culturas de leveduras não foram totalmente elucidadas, devido aos poucos estudos disponíveis (Leismeister *et al*, 2004; Quigley *et al*, 1992, Wagner *et al*, 1990; Seymer *et al*, 1995).

Leismeister *et al.*, 2004, estudando os efeitos da suplementação de *Saccharomyces cerevisiae* sobre o desenvolvimento ruminal de bezerros neonatais, observou elevação na IMS total (leite + concentrado), ganhos médios diários e escore corporal no momento da desmama e nos valores de eficiência alimentar. No entanto, Quigley *et al.*, 1992 e Wagner *et al.*, 1990, relatam reduções nos valores de IMS e variações não significativas para os valores de eficiência alimentar.

Com relação aos parâmetros sanguíneos, Quigley *et al* (1992) relata uma elevação nos valores médios de BHB após 4 horas de alimentação, porém, Leismeister *et al* (2004) não observou efeitos significativos nos valores de hematócritos sanguíneos, proteína plasmática e BHB (32,46; 5,14 g/dL; 0,166, respectivamente).

Com relação à ação cocciostática dos probióticos, a maioria dos estudos refere-se à ação do *Lactobacillus acidophilus*, microorganismo comum no trato intestinal dos bezerros. Chaves *et al* (1999a) e Chaves *et al* (1999b), avaliando os efeitos da presença de *L. acidophilus* (LT56) na dieta de bezerros leiteiros não observaram efeitos significativos em relação a IMS e proteína bruta, peso vivo aos 56 dias e ganho de peso médio diário. Com relação à ocorrência de

casos graves de diarreias, os animais recebendo administração de *L. acidophilus* (LT56), apresentaram menor número de dias com diarreia e casos graves não foram observados.

Maiores estudos devem ser realizados para um melhor conhecimento da ação das diferentes cepas no desenvolvimento ruminal de pré-ruminantes e os possíveis ganhos produtivos advindos desta utilização.

Probióticos na alimentação de Animais lactantes.

O interesse pela utilização de probióticos para vacas de alta produção vem aumentando nos últimos anos. A espécie microbiana mais utilizada é a *Saccharomyces cerevisiae*, porém os resultados obtidos com a utilização desta cepa são muito distintos (Dann, *et al* 2000).

Piva *et al* (1993) sugere que inúmeros fatores podem afetar a resposta dos animais a suplementação com a levedura, destacando-se o estágio de lactação, o tipo de forragem ofertada, o manejo nutricional adotado, e a concentração Forragem:Concentrado na dieta. Corona *et al* (1999) sugere ainda que a característica da cepa utilizada como aditivo alimentar e a disponibilidade deste microorganismo também devem ser considerados.

Wohlt *et al* (1991), Piva *et al* (1993) e Willians *et al* (1991), observaram melhora na produção de leite, ingestão de matéria seca e constituintes do leite, no entanto, respostas não significativas foram encontradas para estas mesmas variáveis por Robinson (1997) e Robinson *et al* (1999).

Erasmus *et al* (1992), estudando os efeitos da suplementação de leveduras em vacas lactantes, observou uma elevação na IMS de

1,4 Kg/d em relação aos animais controle. Resultados semelhantes foram obtidos por Wohlt *et al* (1991) e Willians *et al* (1991).

A suplementação com leveduras parece ser mais eficiente em vacas suplementadas antes da parição, período caracterizado pela redução na IMS (Dann, *et al* 2000). Wohlt *et al* (1991) observou que vacas primíparas suplementadas 30 dias antes da parição e 18 semanas após a mesma, apresentaram elevação na IMS, próximo ao período de parição, e aumento na produção de leite durante as 18 semanas de tratamento. Em estudo semelhante, Wohlt *et al* (1998), observou que vacas suplementadas no início do período de lactação apresentaram elevação na IMS, produção de leite e digestibilidade da proteína e fibra.

Robinson *et al*, 1999 observou que a IMS, ingestão de matéria orgânica (IMO) e proteína bruta (IPB) foi numericamente superior em vacas suplementadas, por um período de 56 dias após a parição, contrastando com as respostas obtidas para os animais suplementados no período pré-parição.

Dann, *et al* (2000), relata que a IMS decresceu no período pré-parto, tanto para os animais suplementados com cultura de *Saccharomyces cerevisiae*, como para os animais do grupo controle. No entanto, quedas menos brusca foram observadas nos animais suplementados. O consumo para os animais suplementados nos últimos 7 e 21 dias de gestação foram respectivamente 2,1 Kg/d e 1,6 Kg/d superiores as médias do grupo controle.

Após a parição, estes mesmos autores, observaram valores mais elevados de IMS para os animais suplementados, consumindo em média 1,6 Kg/d de MS a mais do que o grupo controle.

Avaliando-se a produção de leite, os resultados são muito variáveis, sendo muitas vezes dependentes da dieta oferecida aos animais e dos níveis de suplementação.

Erasmus *et al* (1992), não observou resultados significativos na produção de leite e porcentagens de gordura e proteína, as médias obtidas foram 19,5 Kg/d, 3,19%, 3,39%, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Dan *et al* (2000), encontrando médias de 23,2 Kg/d para produção de leite e para os constituintes 4,3%, 3,71%, 4,96% e 13,75%, para as produções de gordura, proteína, lactose e sólidos totais, e Soder *et al* (1998), observando médias de produção de leite de 40,6Kg/d e 3,12 e 4,00% para as porcentagens de gordura e proteína, respectivamente.

Em um estudo realizado por Swartz *et al* (1994), em 7 rebanhos leiteiros no estado da Pensilvânia/EUA, não foram observadas respostas significativas com relação a IMS, produção de leite e constituintes (%G, %P e CCS), e produção leiteira corrigida a 3,5% de G.

Respostas significativas foram observadas por Wohltz *et al* (1998), encontrando valores médios de 42,5 Kg/d para produção de leite e 41,0 Kg/d para produção corrigida para 3,5% de gordura. Com relação aos constituintes os valores médios observados foram 3,33% (1,39 g/d) e 2,9 % (1,23g/d), respectivamente para as porcentagens e produção de gordura e proteína.

O mecanismo de atuação das culturas de leveduras no rúmen não são completamente elucidados (Soder, 1998). Vários autores (Dawson *et al*, 1990 e Williams *et al*, 1991) demonstram que a atuação da levedura pode abranger diversos efeitos ruminais, incluindo uma melhora no valor de pH, alteração das concentrações de ácidos graxos voláteis, diminuição da produção de metano,

aumento no número de bactérias celulolíticas e aumento na proporção e extensão da digestão de fibras no rúmen. Robinson *et al* (1999), Kung *et al* (1997) e Gómez-Alarcon *et al* (1991) não observaram mudanças significativas nos padrões de fermentação.

As pesquisas nesta área continuam para a determinação do mecanismo específico de ação das leveduras sobre os parâmetros ruminais, e assim predizer as condições na qual a suplementação possa ser mais eficiente.

Wohltz *et al* (1991) e Arambel *et al* (1990) sugerem que a suplementação de leveduras na dieta pode proporcionar uma elevação na população de bactérias celulolíticas e proteolíticas, principalmente em dietas de baixa qualidade e com altos níveis de concentrado, resultando na maioria das vezes, em uma melhor digestibilidade da fibra. Weidmeier *et al* (1987) relata uma elevação no número de bactéria celulolíticas de 12,9 para 18% do total da população bacteriana disponível no trato ruminal.

Resultados de diversos trabalhos sugerem que as leveduras estimulam uma maior degradação inicial da celulose, por um período máximo de 24 horas, não ocorrendo esta mesma alteração no decorrer da degradação (Callaway *et al*, 1997; Dawson *et al*, 1990 e Williams *et al*, 1991).

Carro *et al* (1992), Huhtarren *et al* (1991) e Gómez-Alarcon *et al* (1991), sugerem uma melhora na eficiência da síntese de proteína microbiana nos animais suplementados com leveduras, no entanto, Doreau *et al* (1998) não encontrou resultados significativos para esta variável.

Wolht *et al* (1991) observou similaridade entre a digestibilidade da MS, FDN, FDA, nos tratamentos com suplementação de levedura e nos tratamentos controle. Resultados semelhantes foram obtidos por

Arambel *et al* (1990) não observando melhoras significativas na digestibilidade de PB, FDN e FDA. No entanto, Wolht *et al* (1998) obteve respostas significativas para a digestibilidade da PB e FDA, porém, a digestibilidade da FDN, MS e hemicelulose não diferiram entre os tratamentos. William *et al* (1991) e Gómez-Alarcon *et al* (1991) relatam elevação nas digestibilidades de MS, MO, PB, FDN e FDA nos tratamentos com suplementação de levedura.

Doreau *et al* (1998) estudando as taxas de degradação, *in situ*, da MS e FDN não observaram modificações significativas como resposta à adição de leveduras na dieta. As taxas de degradação para o FDA foram superiores nas primeiras 6 horas de incubação, sugerindo uma maior concentração ruminal de leveduras estimulando à atividade das bactérias proteolíticas nas primeiras horas após a ingestão do alimento.

Williams *et al* (1991), estudando a variação nas concentrações de ácidos graxos voláteis (AGV) em novilhas sendo suplementadas com culturas de leveduras *Saccharomices cerevisiae*, observou redução nos valores de AGV total dos animais recebendo a levedura, as médias observadas em um período de 12 horas foram 73mM e 78mM, respectivamente para o tratamento com utilização de levedura e para o tratamento controle. Em contrapartida, Piza *et al* (1993), relata alterações não significativas nas concentrações de AGV totais, no entanto as concentrações de acetato (63,7 vs 60,2 mM) e da relação acetato:propionato (2,82 vs 2,55) tenderam a ser mais elevadas nos animais submetidos a suplementação, quando comparados aos do tratamento controle.

Williams *et al* (1991), relatam uma redução na relação acetato:propionato nos animais suplementados, de 3,3:1 para 2:1.

Reduções nas concentrações de butirato também foram observadas, obtendo-se valor médio de 6,96mM.

Dawson *et al* (1990) e Doreau *et al* (1998) não observou alterações significativas nas concentrações de AGV totais, mas as variações ocorridas entre os diferentes ácidos graxos podem ser resultados de diferenças nas dietas ou nos níveis de ingestão da dieta, ou serem apenas variações dos suplementos utilizados no referido estudo. As concentrações plasmáticas de NEFA não foram alteradas (0,889 vs 0,644 mmol/L, para os animais suplementados e controle, respectivamente) (Doreau *et al*, 1992).

A adição de grãos de cereais na alimentação de vacas leiteiras é uma pratica comum nos dias atuais com o intuito de maximizar a produção destes animais. No entanto, por serem rapidamente fermentáveis no rúmen, os grãos de cereais provêm substrato para o rápido crescimento de bactérias produtoras de ácido láctico, em especial a *Streptococcus bovis* (Dawson *et al*, 1990). A incorporação de culturas de levedura na dieta de ruminantes parece auxiliar na redução das concentrações de lactato no rúmen, através do estímulo de utilização deste pelos microorganismos animais, reduzindo assim os efeitos negativos associados com a acidose láctica (Martin *et al*, 1992; Williams *et al*, 1991 e Callaway *et al*, 1997).

O ácido láctico não é utilizado como substrato para o crescimento da *Saccharomyces cerevisiae*, no entanto reduções nas concentrações de lactato podem ser resultados do uso de um precursor de lactato ou de um estímulo do uso do mesmo por outros microorganismos. A redução observada nas concentrações de oligossacarídeos no líquido ruminal parece ser consequência da utilização deste como substrato para o crescimento da levedura (Williams *et al*, 1991).

Callaway *et al* (1997) estudando, *in vitro*, os efeitos da utilização da cultura de levedura na fermentação de lactato, observaram alterações nas concentrações de acetato, propionato, e AGV totais, mas as proporções de acetato e propionato não apresentaram mudanças significativas.

Williams *et al* (1991) relata que a presença da levedura no meio ruminal resultou em uma elevada redução nas concentrações de ácido láctico, 1,43mM vs 3,55mM, respectivamente para os tratamentos com adição de levedura e controle, e como consequência prevenindo a ocorrência do pico de produção de ácido láctico, logo após a ingestão de carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen.

No estudo conduzido por Doreau *et al* (1998), modificações significativas não foram observadas nas concentrações de N-amoniaco, apesar da ocorrência de uma pequena elevação em sua concentração 2 horas após a alimentação. Resultados obtidos por Mathieu *et al* (1996), sugerem que esta variação pode ser resultante de um aumento da proteólise e deaminação promovida pelos microrganismos ruminantes. Wolht *et al* (1998), observou elevação nas concentrações de N amoniacal nos animais suplementados com cultura de leveduras.

As discordâncias apresentadas entre os resultados evidenciam a escassez de pesquisas e o desconhecimento do correto modo de ação do produto, as cepas de ação probiótica e os níveis de utilização recomendados, além disso, as condições de ambiente e manejo dos animais devem ser avaliados, para um melhor entendimento do modo de ação do produto.

Própolis

A própolis é um produto natural proveniente de substâncias (resinas) coletadas das plantas pelas abelhas, e misturadas com suas secreções. As abelhas modificam a composição original das resinas misturando-as com secreções das glândulas hipofaríngeas, especialmente β -glicosidasas (Stradiotti Jr. et al., 2004). Fatores como a ecologia vegetal da região onde a própolis foi coletada, assim como a variabilidade das rainhas, influenciam a composição química da própolis. Com relação à suas propriedades terapêuticas pode-se citar sua atividade antimicrobiana, anti-inflamatória, cicatrizante e anestésica (Oliveira et al., 2005).

A própolis e alguns de seus componentes (flavonóides, ésteres e derivados do ácido caféico) aumentam a permeabilidade da membrana citoplasmática da bactéria aos íons, acarretando em uma dissipação do potencial da membrana, inibem a replicação do DNA e indiretamente a divisão celular, pois impedem a divisão das células gêmeas, formando um pseudo-multicelular. As espécies bacterianas gram-positivas são as que apresentam a maior sensibilidade, no entanto algumas espécies gram-negativas podem ser afetadas (Oliveira et al., 2005).

Stradiotti Jr. et al. (2004), relata ainda que a própolis foi eficiente em inibir a atividade de desaminação de aminoácidos pelos microrganismos ruminantes tanto *in vitro* como *in vivo*, e que embora a proporcionalidade dos AGV's não tenha sido alterada, a produção dos mesmos foi acentuada, o que confere aos ruminantes maior possibilidade de se manterem e produzirem a partir de uma mesma dieta.

Um grande número de pesquisas é necessário para uma melhor compreensão dos efeitos da própolis sobre a fermentação ruminal e desempenho dos animais, assim como , a ocorrência de sinergismo com outros aditivos.

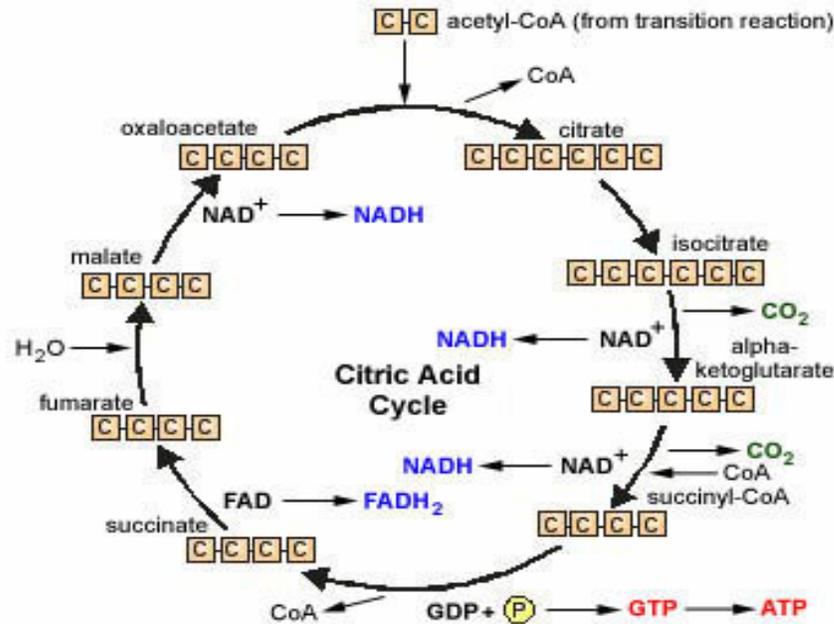
Ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos são classificados como componentes preservantes, devido ao seu poder bacteriostático e bactericida gram-negativo, podendo incrementar o crescimento e a eficiência alimentar do animal, por meio da eliminação de microrganismos competidores por substratos. Benefícios semelhantes são observados com a utilização de antibióticos, no entanto, os ácidos são considerados aditivos seguros por não produzirem resíduos em produtos de origem animal (Arcuri et al., 2006). Sua utilização como aditivos para ruminantes tem se mostrado promissora do ponto de vista produtivo, no entanto os custos de sua utilização são muito elevados, estimando-se valores de US\$ 0,09 a 0,19/d/animal, sendo este custo proibitivo avaliando-se as condições de mercado (Bittar et al., 2006).

Na nutrição de ruminantes destaca-se o uso dos ácidos málico e fumárico, embora outros ácidos orgânicos (aspartato, succínico e pirúvico) apresentem potencial. Estudos *in vitro* evidenciam forte ação destes compostos sobre a fermentação ruminal, influenciando o uso de lactato pela bactéria *Selenomonas ruminantium* prevenindo, desta forma, a ocorrência de acidose (principalmente com o malato) e reduzindo a metanogênese (fumarato).

O fumarato e o malato são sais de ácidos dicarboxílicos de 4 carbonos, freqüentemente encontrado nos tecidos biológicos como

intermediários do ciclo do ácido cítrico. Muitas bactérias anaeróbias utilizam a via do succinato-propionato (ciclo do ácido cítrico reverso ou redutivo) para síntese de succinato e/ou propionato, que são importantes precursores biossintéticos (Anexo 2). A *S. ruminantium* é altamente favorecida com o uso destes ácidos, pois utiliza o lactato como fonte de carbono e energia, mas este processo necessita de oxaloacetato, que esta envolvida na gliconeogênese, limitando então, as taxas de crescimento deste microrganismo (Morais et al., 2006).



Anexo 2. Ciclo do ácido cítrico.

Fonte:

<http://student.ccbcmd.edu/~gkaiser/biotutorials/cellresp/fg17.html>

O uso de malato promove um dreno de H_2 , permitindo uma maior utilização do lactato por estes microrganismos e uma elevação na produção de acetato, propionato e succinato, precursores de

propionato. O fumarato também atua como um dreno de hidrogênio, podendo ainda competir com as bactérias metanogênicas pelo seu uso, reduzindo desta forma a produção de metano ruminal em 17% (Lópes et al., 1999; Morais et al., 2006). Deve-se lembrar, no entanto, que em condições reais (in vivo), essa afirmação pode não ser comprovadamente verdadeira, devido à menor afinidade do H₂ à enzima fumarato desidrogenase, quando comparada com a desidrogenase.

Em um estudo conduzido por Vicinii et al., (2003) com vacas em lactação, não foi observado efeito significativo da ação do malato sobre a produção e constituintes (gordura e proteína) do leite, ingestão de MS e ECC. No entanto, Sanson & Stallcup avaliando os efeitos da suplementação em bezerros holandeses observaram efeitos sobre o GPD e na CA, mas não para os parâmetros plasmáticos, corroborando com os dados de Kung et al., (1982).

O alto custo do uso de ácidos orgânicos tem levado pesquisadores a estudar os efeitos da utilização de plantas ricas em compostos intermediários do ciclo ácido carboxílico (alfafa e espécies do gênero *Cynodon*), como veículo para a suplementação de malato, (que pode representar até 1,5% da MS da forragem) (Bittar et al., 2006). Mas, deve-se lembrar que muito provavelmente as quantidades encontradas nas forrageiras não serão aquelas efetivamente utilizadas pelo animal, devido à taxa de diluição ruminal e o seu uso pelos microrganismos, sendo a suplementação necessária para a garantia das concentrações ruminais adequadas.

Poucos são os estudos disponíveis sobre a suplementação com ácidos orgânicos, e, por conseguinte os dados ainda são inconsistentes e muitas vezes controversos, por este motivo, a determinação dos níveis de utilização, categoria animal a ser

suplementados, época e tempo de suplementação devem ser considerados.

Ácidos graxos

A suplementação com lipídeos na dieta de ruminantes promove uma elevação na densidade energética da dieta, geralmente com baixo custo e modificação na forma química da energia metabolizável, proporcionando o consumo de fibra necessário, além da manipulação na fermentação ruminal, acarretando redução na produção de metano (Morais K.et al., 2006; Valinote, 2003). Em geral os ácidos graxos insaturados e os de cadeia curta ou media apresentam maiores efeitos na fermentação ruminal do que os saturados e os ácidos graxos de cadeia longa, já os sabões de cálcio apresentam efeitos mínimos sobre a fermentação (Morais et al., 2006).

Os ácidos graxos podem ser deletérios a fermentação ruminal, principalmente sobre a degradação da fibra dietética, de duas formas. A primeira refere-se a sua grande reatividade a membrana celular das bactérias, podendo alterar a permeabilidade da membrana e reduzir a capacidade de regulação do pH intracelular e captação de nutrientes. Segundo, a adsorção dos ácidos graxos à partículas dos alimentos inibe o contato direto das células bacterianas ao substrato, reduzindo o crescimento microbiano, assim como a digestão de nutrientes. As bactérias Gram-positivas são as que apresentam maior sensibilidade.

A diminuição na metanogênese é decorrente do menor número de bactérias metanogênicas e protozoários presentes, da redução do consumo e fermentação da matéria orgânica e fibra, elevação da produção de propionato e a transferencia do hidrogênio livre para a

biohidrogenização dos ácidos graxos insaturados (redução na disponibilidade de H₂ para a produção de metano) (Morais et al., 2006).

Revisão de Bibliografia

ARAMBEL, M.J.; KENT, B.A. **Effect of Yeast Culture on Nutrient Digestibility and Milk Yield Response in Early- to Midlactation Dairy Cows.** Journal of Dairy Science. v. 73. p. 1560-1563. 1990.

ARCURI, P.B.; CAMPOS, O.F.; LOPES, F.C.F; CARNEIRO, J.C. Utilização de probióticos e prebióticos em rações de bovinos. . In: Anais 8º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos – Minerais e Aditivos para bovinos. BITTAR, C.M.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P; MATTOS, W.R.S. FEALQ. Piracicaba. p. 293-320. 2006.

BAGG, R. Mode of action of ionophores in lactating dairy cattle. In: \proceeding of the Symposium on Usefullnes of Ionophores in lactating dairy cattle. Ontario. Veterinary College. Guelph, Canada. p. 13-71.

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

BITTAR, C.M.M.; PEDROSO, A.M. Utilização de ácidos orgânicos em rações de bovinos. . In: Anais 8º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos – Minerais e Aditivos para bovinos. BITTAR, C.M.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P; MATTOS, W.R.S. FEALQ. Piracicaba. P35-373. 2006.

CALLAWAY, T.R. ET AL. Malate content of forage varieties commomly fed to cattle. Journal of Dairy Science. v. 80. p. 1651-1655. 1997.

CARRO, M.D.; LEBZIEN, P.; ROHR, K. Influence of yeast culture on the in vitro fermentation (Rusitec) of diets containing variable

portions of concentrates. *Animal Feed Science and Technology*. v. 37. p. 209-220. 1992.

CHAVES, A.H.; SILVA, J.F.C.; CAMPOS, O.F.; Isolamento de *Lactobacillus acidophilus* a partir de fezes de bezerros. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.28. n.5. p. 1086-1092. 1999.

CHAVES, A.H.; SILVA, J.F.C.; CAMPOS, O.F.; Seleção de isolados de *Lactobacillus acidophilus* usados como probióticos em bezerros. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.28. n.5. p. 1093-1101. 1999.

CORONA, L.; MENDOZA, G.D.; CASTREJÓN, F.A.; CROSBY, M.M.; COBOS, M.A. Evaluation of two yeast cultures (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal fermentation and digestion in sheep fed a corn stover diet. *Small Ruminant Research*. v. 31. p. 209-21. 1999.

ARCOS-GARCÍA, J.L.; CASTREJÓN, F.A.; MENDOZA, G.D.; PÉREZ-GAVILÁN, E.P. Effect of two commercial yeast cultures with *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal fermentation and digestion in sheep fed sugar cane tops. *Livestock Production Science*. v. 63. p. 153-157. 2000

DANN, H.M.; DRACLEY, J.K.; McCOY, G.C.; HUTJENS, M.F.; GARRETT, J.E. Effects of yeast cultures (*Saccharomyces cerevisiae*) on prepartum intake and postpartum intake and mil production of Jersey cows. *Journal of Dairy Science*. v. 83. p. 123-127. 2000.

DOREAU, M.; JOUANY, J.P. Effect of a *Saccharocymes cerevisiae* culture on nutrient digestion in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v. 81. p. 3214-3221. 1998.

DOREAU, M.; JOUANY, J.P. **Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* Culture on Nutrient Digestion in Lactating Dairy Cows.** *Journal of Dairy Science*. v. 81. p. 3214-3221. 1998.

DRACLEY, J. K.; OVERTON, T.R.; DOUGLAS, G.N. Adaptation of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows

during the periparturient period. *Journal of Dairy Science*. v. 84. E.100-E.112. (E. Suppl).

DUFFIELD, T.F.; SANDALS, D.; LESLIE, K.E.; LISSEMORE, K.; McBRIDE, B.W.; LUMSDEN, J.H.; DICK, P.; BAGG, R. Effect of prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on postpartum energy indicators in lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. v. 81. p. 2354-2361. 1998.

DUFFIELD, T.F.; SANDALS, D.; LESLIE, K.E.; LISSEMORE, K.; McBRIDE, B.W.; LUMSDEN, J.H.; DICK, P.; BAGG, R. Effect of prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on milk production and milk components in early lactation. *Journal of Dairy Science*. v. 82. p. 272-279. 1999.

DUFFIELD, T.F.; LESLIE, K.E.; SANDALS, D.; LISSEMORE, K.; McBRIDE, B.W.; LUMSDEN, J.H.; DICK, P.; BAGG, R. Effect of monensin on the prevention of uclinical ketoses in lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. v. 81. p. 2866-2873. 1998.

ERASMUS, L.I.; SMITH, I.; MULLER, A.; HOGAN, D.O'. Effects of lasalocid on performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v. 82. n. 8. p. 1817-1823. 1999.

FELLNER, V.; SAUER, F.D.; KRAMER, J.K.G. Effect of nigericin, monensin and tetronasin on biohydrogenation in continuous flow-through ruminal fermenters. *Journal of Dairy Science*. v. 80. p. 921-928. 1997.

GALLARDO, M.R.; CASTILLO, A.R.; BARGO, F.; ABDALA, A.A.; MACIEL, M.G.; PEREZ-MONTE, H.; CASTRO, H.C.; CASTELLI, M.E. Monensin for lactating Dairy cows grazing mixed-alfalfa pasture and supplemented with partial mixed ration. *Journal of Dairy Science*. v. 88. p. 644-652. 2005.

GARCÍA, C.C.G.; MENDOZA, M.G.D.; GONZÁLEZ, M.S.; COBOS, P.M.; ORTEGA, C.M.E; RAMIREZ, L.R. Effect of a yeast culture

(*Saccharomyces cerevisiae*) and monensin on ruminal fermentation and digestion in sheep. *Animal Feed Science and Technology*. v. 83. p. 165-170. 2000.

GOMEZ-ALARCON, R.A. HUBER, J.T.; HIGGINBOTHAM, G.E.; WIERSMA, F.; AMMON, D.; TAYLOR, B. Influence of feeding *Aspergillus oryzae* fermentation extract on the milk-yields, earling patterns, and body temperatures of lactating cows. *Journal of Animal Science*. v. 69. p. 1733. 1991.

GRIINARI, J.M.; McGUIRE, M.A.; DWYER, D.A.; BAUMAN, D.E.; PALMQUIST, D.L. **Role of Insulin in the Regulation of Milk Fat Synthesis in Dairy Cows**. *Journal of Dairy Science*. v. 80. p.1076-1084. 1997

HEUER, C.; SCHIKKEN, Y.H.; JANKER, L.J.; WILKINSON, J.I.D.; NOORDHWHIZER, J.P.T.M. Effect of monensin on blood ketone bodies, incidence and recurrence of disease and fertility in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v. 84. p. 1085-1097. 2001.

HUNGATE, R.E. The rumen and its microbes. Academic Press, new York. 1996.

IPHARRAGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Usefulness of ionophores for lactating dairy cows: A review. *Animal Feed Science and Technology*. v. 106. p. 39-57. 2003.

KEUNEN, J.E.; PLAIZIER, J.C; KYRIAZAKIS, L.; DUFFIELD, T.F.; WIDOWSKI, T.M.; LINDINGER, M.I.; McBRIDE, B.W. **Effects of a Subacute Ruminal Acidosis Model on the Diet Selection of Dairy Cows**. *Journal of Dairy Science*. v. 85. p. 3304-3313. 2002.

KNOWLTON, K.F.; ALLEN, H.S.; ERICKSON, P.S. Lasalocid and particle size of corn grain for dairy cows in early lactation. 1. Effect of performance, serum metabolites and nutrient digestibility. *Journal of Dairy Science*. v. 79. p. 557-564. 1996.

KNOWLTON, K.F.; ALLEN, H.S.; ERICKSON, P.S. Lasalocid and particle size of corn grain for dairy cows in early lactation. 2. Journal of Dairy Science. v. 79. p. 565-574. 1996.

KUNG Jr., L.; HUBER, J.T.; KRUMMREY, J.D.; ALLISON, L. COOK, R.M. Influence of malic acid to dairy cattle rations on ilk production rumen volatile acids, digestibility and nitrogen utilization. Journal of Dairy Science. v. 65. p. 110-1174. 1982.

LEISMEISTER, K.E.; HEINRICHS, A.J.; GOBLER, M.T. Effects of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture on rumen development, growth characteristics and blood parameters in neonatal dairy calves Journal of Dairy Science. v. 87. p. 1832-1839. 2004.

LOYOLA, V.R; PAILE, B.J.A. Utilização de aditivos em rações de bovinos: Aspectos regulatórios e de segurança alimentar. In: Anais 8º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos – Minerais e Aditivos para bovinos. BITTAR, C.M.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P; MATTOS, W.R.S. FEALQ. Piracicaba. p. 213-224. 2006.

McALLISTER, T.A.; OKINE, E.K.; MATHISON, G.W.; CHENG, K.J. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. Canadian Journal of Animal Science. v.76. p. 231-244. 1996.

McGUIRE, M.A.; GRIINARI, J.M.; DWYER, D.A.; BAUMAN, D.E. **Role of Insulin in the Regulation of Mammary Synthesis of Fat and Protein.** Journal of Dairy Science. v. 78. p. 816-824. 1995.

MORAIS, J.A.S.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Aditivos. In: Nutrição de Ruminantes. BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. FUNEP. Jaboticabal. p. 539-570. 2006.

NOCEK, J.E. Bovine acidoses: Implications on laminitis. Journal of Dairy Science. v. 80. p. 1005-1028. 1997.

PERES, J.R.; SIMAS, J. Perspectivas da utilização de ionóforos na produção de bovinos. . In: Anais 8º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos – Minerais e Aditivos para bovinos. BITTAR, C.M.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P; MATTOS, W.R.S. FEALQ. Piracicaba. p. 225-248. 2006.

PHIPPS, R.H.; WILKINSON, J.D.; JNKER, L.J.; TARRANT, M.; JONES, A.K.; HODGES, A. Effect of monensin on milk production of Holstein-Friesian dairy cows. Journal of Dairy Science. v. 83. p. 2789-2794. 2000.

PIVA, G.; BELLADONNA, S.; FUSCONI, G.; SICBALDI, F. **Effects of Yeast on Dairy Cow Performance, Ruminal Fermentation, Blood Components, and Milk Manufacturing Properties.** Journal of Dairy Science. v. 76. p. 2717-2722. 1993.

QUIGLEY III, J.D.; BOEHMS, S.I.; STUM, T.M.; HUITMAN, R.N. Effects of lasalocid on selected ruminal and blood metabolites in young calves. Journal of Dairy Science. v.75. p. 2235-2241. 1992.

RAMANZIM, M.; BAILONI, L; SCHIAVONI, J.; BITTANTE, G. Effect of monensin on Milk production and efficiency of dairy cows fed to diets differing in forage to concentrate ratios. Journal of Dairy Science. v. 80. p. 1136-1142. 1997.

ROBINSON, P.H. **Effect of Yeast Culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on Adaptation of Cows to Diets Postpartum.** Journal of Dairy Science. v. 80. p. 1119-1125. 1997.

RUIZ, R.; ALBRECHT, G.L.; TEDESCHI, L.O.; JARVIS, G.; RUSSEL, J.BE.; FOX, D.G. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh forages. Journal of Dairy Science. v. 84. p. 1717-1727. 2001.

Matos, B.C. Uso de aditivos na pecuária leiteira: revisão. PUBVET, V.2, N.9, Mar1, 2008.

RUSSEL, J.B. Mechanism of ionophore action in ruminal bacteria. In: Scientia Update n Rumensin/ Tylan / Micotil for the professional feedlot consultant. Lilly Corporate center. P. E1-E18. 1996.

RUSSEL, J.B.; STROBEL, H.J. Mini-Review: The effect of ionophores on ruminal fermentation. Applied Environmental Microbiology. v. 55. p. 1-6. 1989.

SALLES, M.S.V; LUCCI, C.S. Monensina para bezerros ruminantes em crescimento acelerado. 1 Desempenho. Revista Brasileira de Zootecnia. v. 29. p. 573. 2000.

SALLES, M.S.V; LUCCI, C.S. Monensina para bezerros ruminantes em crescimento acelerado. 2. Consumo. Revista Brasileira de Zootecnia. v. 29. p. 582. 2000

SANSON, D.W.; STALLCUP, OT.; Growth responses and serum constituents of Holstein-bulls feed malic acid . Nutritional Reproduction International. v.30. p.1261-1267. 1984.

SEYMAER, W.M.; NOCEK, J.E.; SICILIANO-JONES, J. Effects of a colostrum substitute and dietary brewer's yeast on the health and performance of dairy calves. Journal of Dairy Science. v.78. n. 2. p. 412-420. 1995.

STEPHENSON, K.A.; LEAN, I.J.; HYDE, .L.; CURTIS, M.A.; GARVIN, J.K.; LOWE, L.B. Effect of monensin on metabolism of periparturent dairy cows Journal of Dairy Science. v. 80. p. 830-837. 1997.

STRADIOTTI JR, D; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P. Ação da própolis sobre a desaminação de aminoácidos na fermentação ruminal. Revista Brasileira de Zootecnia, 2004.

SWARTZ, D.L.; MULLER, L.D.; ROGERS, G.W.; VARGA, G.A. **Effect of Yeast Cultures on Performance of Lactating Dairy Cows: A Field Study.** Journal of Dairy Science. v. 77. p. 3073-3080. 1994.

VICINI, J.L.; BATEMAN, H.G.; BHAT, M.K.; CLARK, J.H.; ERDMAN, R.A.; PHIPPS, R.H.; VAN AMBURGH, M.E.; HARTNELL, G.F.; HINTZ, R.L.; HARD, D.L. **Effect of Feeding Supplemental Fibrolytic Enzymes or Soluble Sugars with Malic Acid on Milk Production.**

Journal of Dairy Science. v. 86. P. 576-585. 2003.

VICINI, J.L.; BOTEMAN, H.G.; BHAT, M.K.; ERDMAN, R.A.; PHIPPS, R.H.; CLARK, J.H.; VAN AMBURGH, M.E.; HARTENELL, G.F.; HINTZ, R.L.; HARD, D.L. Efect of feeding supplemental fibrolytic enzymes on soluble sugar with mali acid on milk production. Journal of Dairy Science. v. 86. p. 576-585. 2003.

WAGNER, D,G.; QUINONEZ, J.; BUSH, L.J. The effect of corn or wheat based diets and yeast cultures on performance, ruminal pH and volatile fatty acids in dairy calves. Agricultural Production. v.11. p. 7-12. 1990.

WILLIAMS, P.E.; TARIT, C.A.; INNES, G.M. ET AL. Effects of the inclusion of yeast culture (*Saccharomices cerevisiae* plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. Journal of Animal Science. v.69. p. 3016-3026. 1991.

WOHLT, J.E.; CORCIONE, T.T.; ZAJAC, P.K. **Effect of Yeast on Feed Intake and Performance of Cows Fed Diets Based on Corn Silage During Early Lactation.** Journal of Dairy Science. v. 81. p. 1345-1352. 1998.

WOHLT, J.E.; FINKELSTEIN, A.D.; CHUNG, C.H. **Yeast Culture to Improve Intake, Nutrient Digestibility, and Performance by Dairy Cattle During Early Lactation.** Journal of Dairy Science. v. 74. p. 1395-1400. 1991.