

UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS ALIMENTARES MICROBIANOS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE: REVISÃO

Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes
Dorismar David Alves
Sebastião de Campos Valadares Filho
Érica Perez Marson

GOES¹, R.H.T.B.; ALVES¹, D.D.; VALADARES FILHO², S.C.; MARSON³, É.P. Utilização de aditivos alimentares microbianos na alimentação de bovinos de corte e leite: Revisão. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 8(1): p. 47-56, 2005.

RESUMO: Durante muitos anos, nutricionistas e microbiologistas, dedicados ao estudo de animais ruminantes, têm mostrado um interesse comum e progressivo sobre as formas ou meios utilizados para se manipular o ecossistema microbiano do rúmen, com o intuito de melhorar a eficiência produtiva. Atualmente, os métodos empregados na manipulação da fermentação ruminal envolvem a adição de substâncias na dieta, como enzimas, ionóforos, antibióticos e leveduras. Esta revisão tem o objetivo de discutir o modo de ação e os resultados com a utilização de leveduras na alimentação de bovinos de corte e de leite.

PALAVRAS CHAVES: extratos fúngicos, leveduras, produção de leite, produção de carne

THE USE OF FEEDING MICROBIAL ADDICTIVE, IN THE FEEDING OF BEEF AND MILK CATTLE. REVIEW

GOES¹, R.H.T.B.; ALVES¹, D.D.; VALADARES FILHO², S.C.; MARSON³, É.P. The use of feeding microbial addictive, in the feeding of beef and milk cattle. Review. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 8(1): p. 47-56, 2005.

ABSTRACT: During many years, nutritionists and microbiologists, dedicated to the study of ruminant animals, have been showing a common and progressive interest on the forms or means used to manipulate the microbial rumen ecosystem, with the intention of improving the productive efficiency. Nowadays, the employed methods in the manipulation of the ruminal fermentation, involve the addition of substances in the diet, as enzymes, ionospheres, antibiotics and finally, the yeast. This revision has the objective of discussing the ways of actions and the results with the use of yeasts in the feeding of beef and milk cattle.

KEY WORDS: fungi extracts, milk yield, meat yield, yeasts

UTILIZACIÓN DE ADITIVOS ALIMENTARIOS MICROBIANOS EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS DE CARNE Y LECHE: REVISIÓN

GOES¹, R.H.T.B.; ALVES¹, D.D.; VALADARES FILHO², S.C.; MARSON³, É.P. Utilización de aditivos alimentarios microbianos en la alimentación de bovinos de carne y leche: Revisión. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR*, 8(1): p. 47-56, 2005.

Resumen - Durante muchos años, nutricionistas y microbiologistas se dedicaron al estudio de animales rumiantes, y ellos han mostrado un interés común y progresivo en las formas o medios de manipulación del ecosistema del rumen microbiano, con la intención de mejorar la eficiencia de la producción. Actualmente, los métodos empleados en la manipulación de la fermentación ruminal, envuelve la adición, en la dieta, de sustancias como enzimas, ionoforos, antibióticos y levadura. Esta revisión tiene el objetivo de discutir la manera de acción y los resultados del uso de levaduras en la alimentación de los bovinos de carne y de leche.

Palabras clave: extractos fúngicos, levaduras, producción de leche, producción de carne

Introdução

Um dos princípios básicos da exploração zootécnica racional é o aproveitamento de ingredientes inadequados à alimentação humana, transformando-os em proteína animal (carne, ovos, leite). Assim, todo subproduto da agroindústria deve ser pesquisado, na tentativa de viabilizar sua utilização

como componente das rações utilizadas para os animais (MURAKAMI *et al.*, 1993).

Durante muitos anos, nutricionistas e microbiologistas dedicados ao estudo de animais ruminantes, têm mostrado um interesse comum e progressivo sobre as formas ou meios utilizados para se manipular o ecossistema microbiano do rúmen, com o intuito de melhorar a eficiência

¹ Zootecnista, MS – Estudante de Doutorado DZO/UFV – Viçosa-MG-Brasil – 36570-000 (rgoes@umunet.com.br)

² Prof. Departamento de Zootecnia – DZO/UFV, Bolsista do CNPq – Viçosa-MG – 36570.000. (scvfilho@ufv.br).

³ Med. Veterinária, MS – Estudante de Doutorado FAZEA – USP – Pirassununga – SP.

produtiva dos ruminantes domésticos (MARTIN & NISBET, 1992). Atualmente, os métodos empregados na manipulação da fermentação ruminal, envolvem basicamente, adição de substâncias na dieta, como enzimas, ionóforos, antibióticos e finalmente, os aditivos alimentares microbianos, recentemente denominados “direct-fed microbials”.

Os aditivos alimentares microbianos são definidos como fonte de microrganismos vivos (viáveis) e incluem: bactérias, fungos e leveduras, dos quais os mais importantes e comumente utilizados na dieta de ruminantes, são as leveduras ou cultura de leveduras e os extratos fúngicos, freqüentemente citados como sinônimos, apesar de serem um pouco distintos.

A cultura de levedura é um produto composto por leveduras fermentativas, ou seja, células viáveis adicionadas ao seu meio de crescimento; os extratos fúngicos são da mesma forma, organismos vivos adicionados em meios de cultura secos. Dentre as culturas de leveduras, destaca-se particularmente a *Saccharomyces cerevisiae* (SC) e o extrato fúngico, de *Aspergillus oryzae* (AO) é o mais utilizado.

Segundo WALLACE (1994), as leveduras são utilizadas em larga escala como aditivo alimentar e, desta forma seus efeitos no animal, têm sido cada vez mais pesquisados e difundidos.

Esta revisão tem o objetivo de discutir o modo de ação e os resultados com a utilização de leveduras na alimentação de bovinos de corte e de leite.

Revisão de Literatura - LEVEDURAS

De todos os microorganismos estudados, as leveduras parecem reunir as características mais favoráveis ao emprego na alimentação animal, devido principalmente à riqueza em proteínas de alta qualidade (45 a 55%), carboidratos, lipídios e vitaminas do complexo B, contendo também aminoácidos (YOUSRI, 1982).

Basicamente, as destilarias de álcool e as fábricas de cerveja, são as indústrias que fornecem leveduras para alimentação animal. Nas usinas de álcool, durante a fase de fermentação alcoólica do melaço, são utilizadas leveduras as quais, após a fermentação, são recuperadas através de um processo de centrifugação, sendo denominadas de leveduras de recuperação. Após o processo de secagem e posterior moagem, estas leveduras poderão então ser destinadas ao arraçamento de animais (BERTO, 1985). Segundo MURAKAMI *et al.* (1993), a indústria de álcool e açúcar, no Brasil, é de grande dimensão, tornando este país produtor potencial de levedura de recuperação, subproduto das destilarias oriundo da fermentação anaeróbica do caldo de cana ou melaço. Em média, cada litro de álcool, origina 12 litros de vinhaça que, por sua vez, apresenta em média, 1% de células de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*).

Utilização nas dietas de ruminantes

Grãos de cereais adicionados à dieta de ruminantes proporcionam aumento da densidade energética e melhoram a performance do animal, porém resultam em efeitos negativos sobre a digestão de carboidratos estruturais e diminuição do número de bactérias celulolíticas em decorrência do abaixamento do pH ruminal. Um dos mecanismos empregados para se manter a digestão de carboidratos estruturais em

dietas com altas quantidades de grãos, consiste na adição de tampões que mantêm o pH entre 6,7 e 7,0, e na inoculação de organismos (fungos e leveduras) capazes de manter a atividade celulolítica no rúmen (WIEDMEIER *et al.*, 1987).

As inclusões de grãos à dieta, propiciam um crescimento rápido de bactérias ruminais, como a *Streptococcus bovis*, aumentando a produção de lactato. Em posse desta informação, a incorporação de cultura de leveduras nas dietas de ruminantes, é benéfica, pois provoca diminuição das concentrações de lactato por sua ação estimulante sobre as bactérias que fermentam o lactato, como a *Selenomonas ruminantium*, aliviando assim, os efeitos negativos provocados pela acidose láctica (WILLIAMS *et al.*, 1991; MARTIN & NISBET, 1992).

Porém, as culturas de leveduras não agem de forma similar, quando adicionadas em qualquer tipo de dieta. Assim, torna-se muito difícil prever quais são as condições ou composições dietéticas que forneçam respostas ideais quando utilizadas com leveduras. Segundo ERASMUS *et al.* (1992), vários fatores afetam a resposta de vacas leiteiras submetidas à suplementação com culturas de leveduras: estágio da lactação, tipo de forragem fornecida, modo como a dieta é fornecida (ração total ou forragens e concentrados fornecidos separadamente) e relação forragem: concentrado.

A quantidade de aditivos microbianos comumente recomendada varia de três a 100g/animal/dia.

Mecanismo de ação no rúmen

Possíveis modos de ação têm sido sugeridos para explicar os efeitos que as culturas de leveduras exercem sobre a fermentação ruminal e na produção animal, partindo-se do pressuposto que o aumento no número de bactérias no rúmen, é considerado o efeito mais importante da adição de leveduras à dieta de ruminantes (MARTIN & NISBET, 1992). Da mesma forma, extratos de culturas de fungos, principalmente, *Aspergillus oryzae*, têm sido avaliados por sua possível ação no aumento da degradação das fibras no rúmen (FIRKINS *et al.* 1990) e, segundo NEWBOLD *et al.* (1991), diferem das culturas de leveduras por conterem menores quantidades de células viáveis.

De acordo com NISBET & MARTIN (1991), as leveduras não crescem em fluidos ruminais, mas retêm sua atividade metabólica e viabilidade gerando mecanismos considerados responsáveis pelo aumento da quantidade de bactérias no rúmen, tais como:

- Remoção do O₂, devido à atividade respiratória das leveduras, de grande importância, pois a presença de O₂ no rúmen inibe o crescimento da maior parte das bactérias, que são estritamente anaeróbicas. A adição de leveduras no fluido ruminal “in vitro”, na concentração de 1,3 mg, aumentou a taxa de desaparecimento de O₂ de 46 a 89% (NEWBOLD *et al.* 1996);
- Fornecimento de nutrientes que, por sua vez, estimulam o crescimento e atividade de certos microrganismos, como as bactérias *Selenomonas ruminantium*, utilizadoras de lactato. Esta estimulação parece advir de um elevado fornecimento de ácidos dicarboxílicos, particularmente, o ácido málico ou malato contido nas leveduras, o qual é intermediário no ciclo de Krebs, e

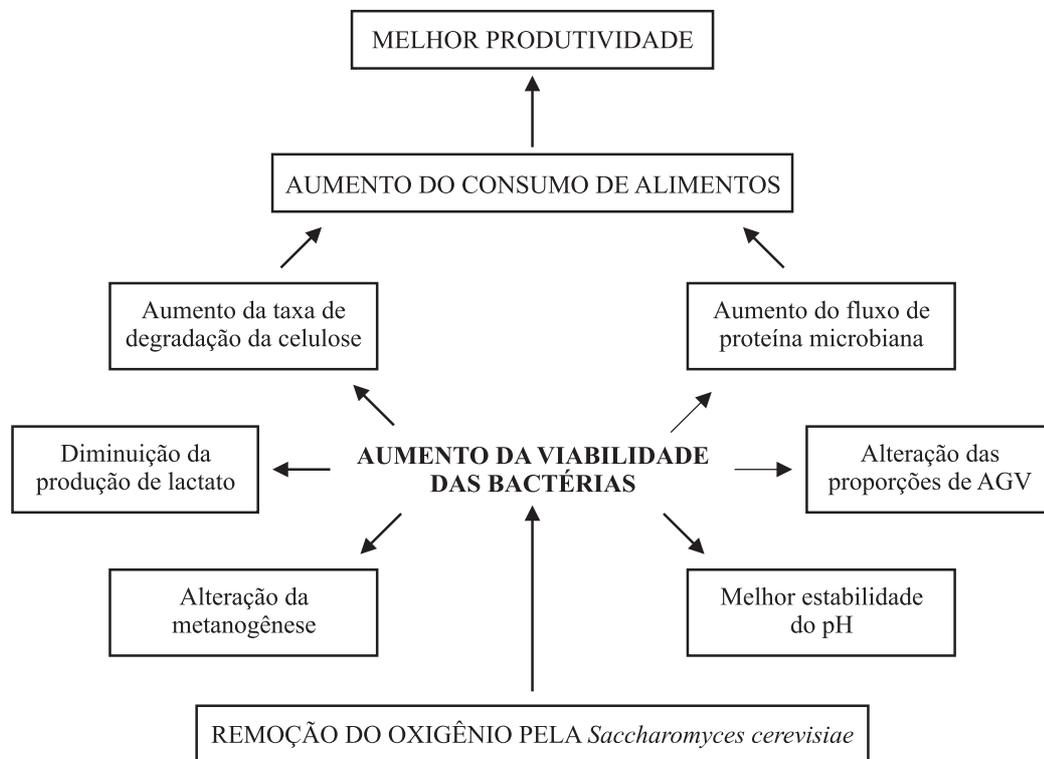
utilizada na via do succinato-propionato para síntese de succinato e propionato, via esta utilizada pelas bactérias *Selenomonas ruminantium* (NISBET & MARTIN, 1990; NEWBOLD *et al.*, 1996);

▪ Liberação de fatores de crescimento, tais como enzimas essenciais, vitaminas, principalmente as do complexo B e aminoácidos durante a digestão (MARTIN & NISBET, 1992; NEWBOLD *et al.*, 1996).

Os efeitos da adição de leveduras podem ser descritos pelo esquema adaptado de WALLACE (1994) (Figura 1). A ingestão de alimentos é melhorada em razão de uma melhor taxa de degradação da fibra e parcialmente, por um melhor fluxo de nitrogênio (N) absorvível no duodeno.

Estas duas observações sugeridas resultam em uma população microbiana ativa, pois a adição de leveduras aumenta a quantidade de bactérias anaeróbicas no fluido ruminal, principalmente bactérias celulolíticas, além de

aumentar a utilização de lactato pelas bactérias, como a *Selenomonas ruminantium*, que por sua vez, é estimulada pela presença dos ácidos dicarboxílicos liberados. O aumento na população bacteriana, não necessariamente reflete uma maior quantidade de bactérias, mas sim uma elevação da relação entre as células vivas e mortas (WALLACE, 1994). A remoção do O₂ presente no ambiente ruminal através da atividade respiratória das leveduras como já citado, previne a toxicidade sobre os microorganismos anaeróbicos do meio. Fontes nitrogenadas, como amônia (NH₃) e proteínas (PB) que são utilizadas pelos microrganismos ruminais, são estimuladas pelas leveduras (ERASMUS *et al.*, 1992; YOON & STERN, 1996; PUTNAM *et al.*, 1997). Estes efeitos, explicam a ocorrência de uma melhor taxa de degradação de fibras e um aumento da estabilidade da fermentação em animais recebendo leveduras e *Aspergillus oryzae* (HARRISON *et al.*, 1988; WILLIAMS *et al.*, 1991).



Nos estudos conduzidos por NEWBOLD *et al.* (1996) sobre o modo de ação exercido pela cultura de leveduras, resultando em estímulo da população ruminal, confirmaram a captação de O₂ pelas leveduras no fluido ruminal, porém relataram que o ácido málico presente nas leveduras, produz efeitos altamente significativos sobre o crescimento e atividades metabólicas de certas culturas puras de microrganismos ruminais *in vitro*, como também observado por NISBET & MARTIN (1990 e 1991), mas não parece ser a causa dos efeitos mais importantes das leveduras, quando utilizadas *in vivo*.

Efeitos da adição da cultura de levedura

São encontrados na literatura diversos trabalhos que mostram os efeitos da utilização de leveduras na alimentação de ruminantes. Os resultados, embora

numerosos, são controversos, pois muitos autores obtiveram resultados extremamente benéficos quando suplementaram a dieta de ruminantes com leveduras, outros, porém, não chegaram a tais achados. Como exemplo, ARAMBEL & KENT (1990), ao suplementarem vacas leiteiras com cultura de *Saccharomyces cerevisiae* (90g/animal/dia), não verificaram qualquer efeito sobre a ingestão de matéria seca, digestibilidade de nutrientes, ou sobre a produção e composição do leite (Tabela 1), acreditando possivelmente, que a razão para estes achados ocorreu devido à pequena quantidade de leveduras que foram fornecidas. Porém, de uma maneira geral, dentre todas as pesquisas conduzidas, a adição de leveduras na dieta não produziu nenhum efeito que fosse prejudicial à performance do animal ou à sua eficiência na utilização dos alimentos.

Tabela 1 - Efeito da adição de cultura de leveduras na ingestão de MS (IMS), produção e composição do leite e peso corporal

	TRATAMENTO	
	CONTROLE	LEVEDURAS
IMS (Kg/dia)	21,9	21,8
Produção de leite (Kg/dia)	37,9	36,5
Gordura do leite (%)	3,33	3,37
Proteína do leite (%)	2,97	2,94
Lactose do leite (%)	5,13	5,03
Ganho de peso (Kg)	618,0	645,0

Fonte: adaptado e modificado de ARAMBEL & KENT (1990)

Em suma, a inclusão de leveduras nas dietas de ruminantes, têm provocado aumento das proporções molares dos ácidos graxos voláteis (AGV) e pH ruminal (WIEDMEIER *et al.*, 1987; HARRISON *et al.*, 1988; WILLIAMS *et al.*, 1991; WALLACE, 1994), porém PIVA *et al.* (1993), observaram diminuição do pH; aumento na digestibilidade de nutrientes, principalmente as fibras (WIEDMEIER *et al.*, 1987; WILLIAMS *et al.*, 1991; WOHLT *et al.*, 1991; WALLACE, 1994); redução das concentrações de NH_3 (HARRISON *et al.*, 1988; ERASMUS *et al.*, 1992); aumento no número de bactérias ruminais, principalmente as celulolíticas (HARRISON *et al.*, 1988; WIEDMEIER *et al.*, 1987; WALLACE, 1994); aumento no número de protozoários (PLATA *et al.*, 1993); alteração do fluxo de nitrogênio (N) (ERASMUS *et al.*, 1992) e do fluxo de proteína microbiana para o duodeno (ERASMUS *et al.*, 1992; WALLACE, 1994; MIR & MIR, 1994).

Outros efeitos são o aumento na ingestão de matéria-seca (WOHLT *et al.*, 1991; ERASMUS *et al.*, 1992); aumento na produção de leite em vacas leiteiras (WOHLT *et al.*, 1991; WILLIAMS *et al.*, 1991; ERASMUS *et al.*, 1992; PIVA *et al.*, 1993); aumento das porcentagens de gordura no leite (WOHLT *et al.*, 1991); diminuição da produção de metano (CH_4) (WIEDMEIER *et al.*, 1987; HARRISON *et al.*, 1988; WILLIAMS *et al.*, 1991), além de melhoras no ganho de peso (PIVA *et al.*, 1993) e nas características de carcaça (MIR & MIR, 1994). Entretanto, segundo NEWBOLD (1990), os efeitos da adição de leveduras no desempenho produtivo de bovinos estão equivocados.

O resultado destes aditivos microbianos na produção de ruminantes é inconsistente e sua ineficiência freqüentemente observada. Em adição, NEWBOLD *et al.* (1995) relataram que nem todas as culturas de *Saccharomyces cerevisiae* modificam efetivamente a população bacteriana ruminal e dessa forma o entendimento de como algumas culturas afetam o crescimento e o metabolismo das bactérias tornou-se importante, pois proporcionou maiores interesses nas últimas décadas. Segundo WALLACE (1994), os efeitos da utilização de leveduras são altamente dependentes da dose e da dieta fornecida.

Cepas de leveduras diferem em sua habilidade de aumentar o número de bactérias ruminais viáveis *in vitro* e *in vivo*; se como foi sugerido, a habilidade de estimular o número de bactérias é o mecanismo central da ação benéfica das culturas de leveduras no rúmen, então precauções adicionais devem ser tomadas no momento de selecionar

leveduras comerciais, a fim de garantir que estas preparações sejam capazes de estimular bactérias ruminais (NEWBOLD *et al.*, 1995).

Os efeitos mais importantes observados em bovinos de corte e leite, quando suplementados com aditivos alimentares microbianos, especificamente, fungos e leveduras são citados abaixo:

Efeito sobre a população microbiana

Segundo CHAUCHEYRAS *et al.* (1997), as leveduras possuem uma função estimulatória no crescimento de bactérias celulolíticas e bactérias que utilizam o lactato, e na taxa de degradação da fibra no rúmen. Porém, informações relacionadas aos efeitos das leveduras no balanço microbiano e na sua atividade durante a adaptação a dietas com alta quantidade de concentrados, são escassas. Desta forma, estes autores investigaram o efeito da adição de leveduras na dieta e concluíram que a mesma foi capaz de alterar o balanço microbiano e preservar a população celulolítica durante o período de adaptação a dietas contendo elevadas quantidades de carboidratos rapidamente fermentados no rúmen.

Da mesma forma, BEHARKA *et al.* (1991) ao determinarem os efeitos da suplementação de *Aspergillus oryzae* (0 a 3g/animal/dia) em dietas de bezerros holandeses, relataram aumentos na quantidade total de bactérias anaeróbicas, principalmente as celulolíticas, hemicelulolíticas e pectinolíticas que por sua vez, proporcionaram, uma maior atividade microbiana, além de aumentos das concentrações de AGV (acetato e propionato). Os bezerros suplementados com *extratos* fúngicos foram desmamados uma semana mais cedo que o grupo controle, o que pode ser explicado pelo estímulo ao consumo precoce de fibras. A suplementação com *Aspergillus oryzae* beneficiaria bezerros neonatos, se o consumo de fibras for incentivado o mais precocemente possível, o qual possibilitaria desenvolvimento da motilidade do rúmen, como um todo e conseqüentemente, a atividade microbiana (BEHARKA *et al.*, 1991).

O aumento do número de bactérias principalmente as celulolíticas (Tabela 2), nos experimentos conduzidos por WIEDMEIER *et al.* (1987), e confirmados por HARRISON *et al.* (1988), que correlacionaram este achado com a diminuição das concentrações de NH_3 , porém este aumento das bactérias celulolíticas não gerou nenhum aumento sobre a digestão da fibra. Da mesma forma, o aumento das bactérias celulolíticas e proteolíticas, estimuladas pela adição de *Aspergillus oryzae*, não foi capaz de influenciar a digestão

da celulose ou a síntese de proteína microbiana no rúmen (YOON & STERN, 1996).

Porém, ERASMUS *et al.* (1992), não encontraram alterações da população microbiana (Tabela 3), após

suplementação com culturas de leveduras, confirmado por OELLERMANN *et al.* (1990), que reportaram poucos efeitos da adição dos extratos fúngicos sobre o total de bactérias viáveis (celulolíticas e amilolíticas), protozoários e fungos anaeróbios.

Tabela 2 - Efeitos de vários tratamentos, utilizando *Saccharomyces cerevisiae* (SC) e/ou *Aspergillus oryzae* (AO) sobre as características ruminais, bactérias ruminais e digestibilidade (DG) de nutrientes

	DIETAS			
	CONTROLE (C)	(C) + SC ¹	(C) + AO ²	(C) + SC/AO ³
pH	6,34	6,34	6,44	6,38
Total de AGV (mmol/L)	64,60	66,40	67,90	63,40
N-NH ₃ (mg/dl)	18,21	18,72	19,27	19,32
Total de bact. viáveis (x10 ⁸ /ml)	196,2	255,0	223,5	257,3
Bact. Celulolíticas (x10 ⁸ g/ml)	25,0 ^a	39,8 ^b	39,1 ^b	45,6 ^b
% de bactérias celulolíticas	12,9 ^a	15,4 ^{ab}	17,5 ^b	18,0 ^b
DG de MS (%)	77,0 ^a	79,1 ^{ab}	79,8 ^b	81,0 ^b
DG de PB (%)	79,5 ^c	82,2 ^{de}	81,6 ^d	84,4 ^e
DG de FDA (%)	69,3	70,0	71,0	72,6
DG de hemicelulose (%)	76,3 ^a	80,5 ^b	80,8 ^b	83,5 ^b

Fonte: adaptado e modificado de WIEDMEIER *et al.* (1987)

^{a, b} Os valores seguidos de sobrescritos desiguais diferem estatisticamente ($P < 0,05$) dentro da mesma linha.

^{c, d, e} Os valores seguidos de sobrescritos desiguais diferem estatisticamente ($P < 0,01$) dentro da mesma linha.

¹ Produto comercial: Yeast Culture.

² Amaferm (extrato fermentativo de AO).

³ Vitaferm (Amaferm + SC, vitaminas e minerais).

Tabela 3 - Efeitos da adição de cultura de leveduras na ingestão de MS (IMS), produção e composição do leite, fermentação ruminal (pH, NH₃, ácido láctico), digestibilidade, número de bactérias celulolíticas e fluxo de N para o duodeno em vacas lactantes

	TRATAMENTO	
	CONTROLE	LEVEDURAS
IMS (Kg/dia)	21,8 ^b	23,2 ^a
Produção de leite (Kg/dia)	18,9	20,1
Gordura do leite (%)	3,19	3,19
Proteína do leite (%)	3,41	3,38
pH ruminal	5,99	6,00
Concentração de ác. Láctico (mM)	1,93 ^c	1,73 ^d
[NH ₃] (mg/dl)	10,7	9,6
Bactérias celulolíticas (10 ⁻⁸ g do conteúdo ruminal)	3,81	3,60
Digestibilidade proteína (%)	72,5 ^d	74,5 ^c
Digestibilidade FDA (%)	50,2 ^d	51,3 ^c
Fluxo de N no duodeno (g/d):		
•N não amoniacal	446	488
•N microbiano	255	293
•N dietético	191	195

Fonte: adaptado e modificado de ERASMUS *et al.* (1992)

^{a, b} Os valores seguidos de sobrescritos desiguais diferem estatisticamente ($P < 0,10$) dentro da mesma linha.

^{c, d} Os valores seguidos de sobrescritos desiguais diferem estatisticamente ($P < 0,05$) dentro da mesma linha.

Efeitos sobre a ingestão de Matéria Seca

ROBINSON (1997), avaliou o efeito da cultura de *Saccharomyces cerevisiae* em vacas leiteiras no pré e no pós-parto e relatou que a suplementação das dietas com leveduras proporcionando um aumento da digestão líquida de nutrientes, particularmente da fibra; no rúmen-retículo,

todavia, não houve evidências de que a suplementação no pré-parto aliviou a redução que ocorreu na ingestão de MS ou melhorou a ingestão da mesma no pós-parto. Vacas suplementadas com culturas de leveduras apresentaram um melhor balanço energético, evidenciado pela menor perda de condição corporal no pré-parto.

A adição da cultura de levedura para vacas no início da lactação aumentou a ingestão de matéria seca, porém não foi constatado efeito sobre o pH ruminal, concentrações de NH₃, AGV presentes no fluido ruminal e na digestibilidade (PUTNAM *et al.* 1997). O aumento na digestibilidade da MS neste período foi confirmado por WOHLT *et al.* (1998), ilustrando através deste estudo, os efeitos benéficos da adição de leveduras nas dietas fornecidas a vacas de alta produção de leite no início da lactação, por ser este período estressante para a vaca em que altas quantidades de energia são requisitadas para suprir o pico de produção de leite.

Vacas recebendo uma dieta total (relação volumoso: concentrado - 50:50) com cultura de leveduras apresentaram melhor digestibilidade da proteína e da celulose, contribuindo com uma maior ingestão de MS durante as seis semanas de lactação (WOHLT *et al.*, 1991).

Efeitos sobre a degradação da fibra

A adição de leveduras aumenta o número de bactérias celulolíticas no rúmen. NEWBOLD *et al.* (1995), sugeriram que a adição conjunta de *Saccharomyces cerevisiae* e *Aspergillus oryzae* estimulou a taxa de digestão da fibra. O aumento no número de bactérias associado com um aumento na taxa de degradação de fibra foi confirmado por CALLAWAY & MARTIN (1997), onde a adição de extrato de *Aspergillus oryzae* e culturas de leveduras em dietas para ruminantes melhoraram a digestibilidade da MS, PB e hemicelulose.

VAREL & KREIKEMEIER (1994), utilizando várias doses de extratos de *Aspergillus oryzae* (3,9 e 27g), não encontraram efeito sobre a degradação da parede celular, celulose ou hemicelulose, além de não ocorrer aumento no número de bactérias celulolíticas.

WOHLT *et al.* (1998), obtiveram aumento da

digestibilidade da proteína e fibra em detergente neutro (FDA) em vacas no início da lactação, que contribuíram para uma maior digestibilidade de MS, com a adição de leveduras.

Aumento na utilização de lactato

As culturas de leveduras estimulam o crescimento de bactérias que utilizam o ácido láctico, porém não estimulam as bactérias que o produzem. A estimulação de bactérias que utilizam o ácido láctico, tais como a *Selenomonas ruminantium*, proporciona uma melhor utilização deste ácido e, conseqüentemente, maior produção de propionato (NISBET & MARTIN, 1991), posteriormente confirmado por MARTIN & NISBET (1992) (Tabela 3). As culturas de leveduras fornecem fatores solúveis de crescimento, já citados, tais como os ácidos orgânicos, vitaminas do complexo B e aminoácidos, que por sua vez, estimulam o crescimento de bactérias ruminais que utilizam o lactato (CALLAWAY & MARTIN, 1997).

Efeito sobre NH₃, AGV e pH ruminal

Nos estudos conduzidos por PIVA *et al.* (1993), utilizando culturas de leveduras, as concentrações de NH₃ e o pH ruminal diminuíram, porém os totais de AGV presentes no rúmen não foram alterados, exceto a proporção molar de acetato e a relação acetato: propionato, que foram significativamente aumentadas. Similarmente, VAREL & KREIKEMEIER (1994), utilizando várias quantidades de extratos de AO (3, 9 ou 27g), obtiveram uma diminuição do pH e das concentrações de NH₃, os quais porém, não foram considerados significativos; as concentrações ruminais totais de AGV foram aumentadas em relação ao grupo controle, quando adicionou-se a dose de 27g, não ocorrendo um aumento significativo, quando adicionou-se 3 ou 9g de AO (Tabela 4).

Tabela 4 - Comparação entre AGV, pH e concentrações de NH₃ ruminais em vacas de corte, após ingestão de quantidades variáveis de extrato de *Aspergillus oryzae*

	QUANTIDADE DO EXTRATO ¹			
	0g	3g	9g	27g
Total AGV (mM)	89,7 ^a	90,2 ^a	90,5 ^a	98,1 ^b
pH	6,59	6,57	6,6	6,51
NH ₃ (mg/dl)	2,24	2,13	2,15	2,11

Fonte: adaptado e modificado de VAREL & KREIKEMEIER (1994).

¹Gramas por dia por vaca. a, b Os valores seguidos de sobrescritos desiguais diferem estatisticamente ($P < 0,05$) dentro da mesma linha.

Alterações no fluxo de N e de proteína microbiana para o duodeno

São poucos os autores que avaliaram este efeito. ERASMUS *et al.* (1992), investigaram o uso de leveduras em dietas totais, fornecidas para vacas holandesas lactantes e obtiveram resultados importantes a respeito destes parâmetros (Tabela 3), apesar de não terem encontrado efeitos na produção de leite, percentagens de gordura e proteínas do leite, fermentação e pH ruminal, apresentou diminuição na concentração de ácido láctico (estimulação da atividade da *Selenomonas ruminantium*) e no número de bactérias celulolíticas.

A adição de leveduras proporcionou aumento na

ingestão de MS e na digestibilidade de proteínas e FDA. As concentrações de NH₃ foram diminuídas o que pode ser interpretado pelo aumento de sua incorporação pelas bactérias ruminais para síntese de proteína microbiana, o que por sua vez, gerou um aumento do fluxo de N não-amoniacal e também do fluxo de N microbiano. Tais achados valorizam o uso de leveduras na dieta, devido à estimulação da atividade microbiana, resultando em aumento da incorporação do N dietético para a síntese de proteína microbiana.

Alterações na produção de leite

WOHLT *et al.* (1991, 1998), observaram que vacas de alta produção no início da lactação, recebendo

feno, silagem, concentrado e culturas de leveduras, tiveram uma maior produção de leite, comparado com as vacas que não receberam leveduras, decorrente com um aumento da ingestão de MS causado pela suplementação da dieta com leveduras.

A adição de leveduras em dietas de vacas leiteira, após o início da lactação foi benéfica, pois melhorou

a produção de leite e a produção corrigida para 4% de gordura não afetando a qualidade (Tabela 5). ROBINSON (1997), verificou um rápido aumento na produção de leite, nas primeiras quatro semanas após o parto em vacas holandesas suplementadas com culturas de leveduras, porém a composição do leite não foi afetada.

Tabela 5 - Efeito da adição de culturas de leveduras sobre a ingestão de MS (IMS), produção de leite, composição do leite e características ruminiais

	TRATAMENTO	
	CONTROLE	CULTURAS DE LEVEDURAS
IMS (kg/d)	21,1	22,8
Produção de leite (Kg/d)	25,4	26,2
Gordura do leite (%)	3,25	3,54
Proteína do leite (%)	3,38	3,40
4% FCM (kg/d)	0,78	0,90
pH	7,20	7,08
N-NH ₃ (mg/dl)	18,5	16,0
AGV totais (mg/dl)	480	509
Acetato (mol/100mol)	60,2	63,7
Acetato: propionato	2,55	2,82

Fonte: adaptado e modificado de PIVA *et al.* (1993)

Os trabalhos utilizando culturas de leveduras, conduzidos por KUNG *et al.* (1997), não resultaram em nenhum efeito sobre a produção de leite, resultados estes confirmados por SWARTZ *et al.* (1994). Os autores concluíram que não só a produção, mas também a composição do leite (quantidade e porcentagem de proteína e gordura) não foram afetadas pela adição de leveduras à dieta fornecida a estes animais.

Efeitos no Ganho de peso

Os efeitos da adição de culturas de leveduras sobre o desempenho animal, como ganho de peso vivo e eficiência de conversão alimentar, são inconsistentes. Considerando esta afirmativa, MUTSVANGWA *et al.* (1992) conduziram um estudo com o intuito de avaliar os efeitos das culturas de leveduras (8 a 10g de SC/animal/dia) sobre o ganho de peso vivo e a eficiência de conversão alimentar em bezerros Limousin X British Friesian. Os resultados deste experimento indicam um aumento na taxa de fermentação ruminal reforçado pelo aumento das concentrações totais do AGV e diminuição do pH ruminal; a ingestão de MS foi significativamente aumentada pela adição de levedura, mas não proporcionou aumento do ganho de peso e eficiência de conversão alimentar nos bezerros tratados.

A concentração de PB na dieta e a rápida taxa de crescimento dos bezerros do grupo controle, pode não ter permitido qualquer efeito significativo no crescimento, a partir das altas ingestões de MS que foram verificadas; tanto o modo de ação, quanto os efeitos das culturas de leveduras sobre a performance animal, necessitam de estudos adicionais.

Em bovinos de leite, WHOLT *et al.* (1998) e WILLIAMS *et al.* (1991), também não relataram influência da adição de quantidades variáveis de culturas de leveduras

(0 a 20g/animal/dia) sobre o ganho de peso ou condição corporal. CHIQUETTE (1995) reportaram tendência para ganho de peso em vacas suplementadas com culturas de leveduras, em relação às que não foram suplementadas.

Ensaio de Digestibilidade *in vitro*

BEHARKA & NAGARAJA (1993), determinaram a taxa de degradação da fibra através da incubação de fontes de alimentos fibrosos com fluido ruminal + extratos de *AO* verificando a degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA), 96 horas pós-incubação. Os autores verificaram aumento da digestibilidade da fibra de certos alimentos que foram incubados, como feno de gramíneas e leguminosas, quando se adicionou 0,8 ou 1,2 g/L de *AO*. O aumento da degradação da fibra foi atribuído à estimulação da atividade bacteriana, porém a atividade dos fungos e dos protozoários não foi afetada.

O adição de *AO*, nas concentrações de 2 ou 5%, não produziram efeitos nas taxas de crescimento de 10 das 19 bactérias ruminiais testadas, porém afetou positivamente o crescimento de bactérias que digerem fibras e bactérias que utilizam o lactato (Tabela 6); em adição a esta taxa de crescimento, o aumento do pH ruminal pode ter sido um fator responsável pelo aumento do número de bactérias celulolíticas e a redução das concentrações de ácido láctico, pode ter ocorrido pela diminuição da produção de lactato ou aumento da sua utilização, o que permitiu a estabilização do pH ruminal.

Nenhuma das bactérias que produzem lactato neste estudo, particularmente as espécies *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus*, apresentaram aumento da taxa de crescimento após a adição de aditivos (bacitracina; monensina; neomicina; clortetraciclina, e outros) (BEHARKA & NAGARAJA (1998). Na verdade, os autores observaram que nenhuma das

bactérias testada foi afetada negativamente pela adição de AO por diminuição da sua taxa de crescimento, sugerindo

que este aditivo não apresenta efeitos antibacterianos, que comprometam a sobrevivência destas bactérias.

Tabela 6 - Efeito da adição do extrato de *Aspergillus oryzae* (AO), sobre a taxa de crescimento por hora (TC) das bactérias ruminais

	CONTROLE	2% de AO	5% de AO
	TC/hora	TC/hora	TC/hora
Bactérias que digerem fibras			
<i>Fibrobacter succinogenes</i> S85	0,26 ^b	0,35 ^a	0,36 ^a
<i>Ruminococcus albus</i> 7	0,58 ^b	0,72 ^a	0,69 ^a
Bactérias que utilizam lactato			
<i>Megasphaera elsdenii</i> B159	0,32 ^b	0,43 ^a	0,42 ^a
<i>M. elsdenii</i> T81	0,30 ^b	0,40 ^a	0,42 ^a
<i>M. elsdenii</i> LC1	0,29 ^d	0,32 ^c	0,39 ^c
<i>Selenomonas ruminantium</i> D	0,59 ^b	0,71 ^a	0,72 ^c
<i>S. ruminantium</i> HD1	0,65 ^b	0,75 ^a	0,75 ^a
<i>S. ruminantium</i> HD4	0,62 ^b	0,74 ^a	0,72 ^a
<i>S. ruminantium</i> GA31	0,50 ^a	0,54 ^a	0,55 ^a
<i>S. lactilytica</i> PC18	0,57 ^b	0,72 ^a	0,74 ^a

Fonte: adaptado e modificado de BEHARKA & NAGARAJA (1998).

^{a, b} Os valores seguidos de sobrescritos desiguais diferem estatisticamente ($P < 0,01$) dentro da mesma linha.

^{c, d} Os valores seguidos de sobrescritos desiguais diferem estatisticamente ($P < 0,05$) dentro da mesma linha.

Devido ao aumento da taxa de crescimento de algumas bactérias, a adição de *Aspergillus oryzae* afetou a produção de AGV por algumas bactérias, mas não por outras. Finalmente, a utilização de extratos fúngicos com compostos antimicrobianos, proporcionou interações positivas e negativas, sugerindo que precauções adicionais devem ser tomadas quando se utiliza mistura de fungos com compostos antimicrobianos.

A mensuração *in vitro* da adição de cultura de *Saccharomyces cerevisiae*, mostrou redução na produção total de gases e produção de metano (CH₄) (MUTSVANGWA *et al.*, 1992). A redução de CH₄ pode ser explicada possivelmente, pelo aumento das concentrações de propionato. A produção de propionato envolve a utilização de metabólitos hidrogenados, o que por sua vez, provocam redução na síntese de CH₄.

Uso de culturas de leveduras de *Saccharomyces cerevisiae*, em conjunto com extratos fúngicos de *Aspergillus oryzae*

Alguns autores investigaram os efeitos produzidos pela adição conjunta de *Saccharomyces cerevisiae* e *Aspergillus oryzae* na dieta de animais ruminantes. WIEDMEIER *et al.* (1987), utilizaram quatro tratamentos, dos quais (1) o controle (C) foi a dieta basal com 50% concentrado; (2) C + 90g de *Saccharomyces cerevisiae*; (3) C + 2,63g de *Aspergillus oryzae* e (4) C + 90g de mistura de *Saccharomyces cerevisiae* e *Aspergillus oryzae*, em vacas Holandesas e verificaram efeitos relevantes (Tabela 2), tais como, aumento do número de bactérias celulolíticas encontrado no tratamento (4), provavelmente decorrente do fornecimento de fatores estimulantes, como nutrientes e vitaminas pelas *Saccharomyces cerevisiae* e enzimas celulasas pelo *Aspergillus oryzae*; não ocorrendo alteração de pH, AGV e N-NH₃ ruminal, com aumento na digestibilidade da MS, PB e hemicelulose em todos os tratamentos que utilizaram os aditivos, sendo que o aumento na digestibilidade

de carboidratos estruturais foi proporcional ao aumento no número de bactérias celulolíticas.

A adição de aditivos microbianos, como *Saccharomyces cerevisiae* e *Aspergillus oryzae* na dieta de bovinos recebendo quantidades moderadas de concentrado, fornece uma vantagem importante no que se refere ao aumento da digestibilidade da porção de carboidratos estruturais contidos na maioria das dietas e, portanto, a esta combinação se torna benéfica, pelo fornecimento de: enzimas, pelos extratos fúngicos causando a despolimerização parcial dos carboidratos estruturais, e as leveduras completam a despolimerização até a formação de açúcares simples.

Nos estudos conduzidos por CHIQUETTE (1995), utilizando quatro tratamentos: (1) controle (C): 60% de rolão de cevada + 40% de feno de capim timóteo; (2) C + 10g de *Saccharomyces cerevisiae*; (3) C + 3g de *Aspergillus oryzae*; (4) C + 10g de uma mistura de *Saccharomyces cerevisiae* e *Aspergillus oryzae* para novilhos de corte, a ingestão de MS foi semelhante entre os tratamentos, ocorrendo diminuição quando o *Aspergillus oryzae* foi utilizado sozinho. A digestibilidade da MS, matéria orgânica (MO), FDA ou FDN não foi afetada pelos tratamentos; as concentrações de acetato e dos AGV totais foram maiores nos tratamentos (3) e (4) e em geral, as concentrações de acetato, propionato e butirato, foram numericamente maiores para o tratamento (4), porém a relação acetato: propionato não foi afetada pelos aditivos microbianos. O pH ruminal foi baixo nos tratamentos (3) e (4), indicando que houve estimulação da fermentação ruminal, assim como foram baixas as concentrações de NH₃ em (4), porém a quantidade de bactérias e protozoários não diferiu entre os tratamentos.

Utilizando os mesmos tratamentos em vacas leiteiras, a ingestão de MS, a produção e a composição do leite, não diferiram entre os tratamentos, porém para a mesma ingestão, os animais (3) tiveram uma maior produção de leite. Em posse de todos estes dados, os resultados variáveis

foram atribuídos pelo autor às possíveis interações entre a composição da dieta e a adição de AO e SC, referindo-se à importância de selecionar as cepas dos respectivos aditivos.

A viabilidade das culturas deve ser mensurada periodicamente, para garantir que as células viáveis estão presentes e em concentrações suficientes.

Conclusões

A estabilização do pH do fluido ruminal, garantindo a capacidade de utilização de lactato pelas bactérias ruminais, sem o uso de antibióticos ou inonóforos, tem melhorado potencialmente a performance animal, superando perdas econômicas associadas com a acidose. Os aditivos alimentares microbianos (“direct-fed microbials”), podem ser potencialmente utilizados, mas necessita-se pesquisas específicas para se esclarecer os mecanismos fisiológicos e os requerimentos para os microrganismos, podendo assim favorecer a manipulação da população microbiana em animais submetidos a diferentes regimes alimentares.

Uma vez compreendidos, os desenvolvimentos de novos produtos poderão ser feitos e com isso a sua administração aos animais fornecerá condições para que os microrganismos possam agir potencialmente, melhorando dessa forma, a digestão dos alimentos.

Indiferente à eficácia ou o modo de ação dos aditivos microbianos alimentares, eles estão sendo amplamente difundidos, oferecendo sempre novas oportunidades para sua manipulação. Os fungos apresentam um importante papel na degradação da fibra, podendo ser considerados como facilitadores da degradação, enquanto que leveduras seriam consideradas estimuladoras desta degradação.

Pesquisas atuais utilizando a técnica do DNA recombinante, para fungos e leveduras, fornecerão informações relevantes que geram grande potencial para o desenvolvimento de alimentos que suplementarão as dietas no futuro.

No Brasil, as pesquisas são deficientes, em virtude do alto custo dos produtos comerciais disponíveis e da ausência de informações sobre o mecanismo de ação e os efeitos práticos destas substâncias.

Referências

ARAMBEL, M. J.; KENT, B. A. Effect of yeast culture on nutrient digestibility and milk yield response in early to mid lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* Savoy, v. 73, n. 6, p.1560-1563, 1990.

BEHARKA, A. A.; NAGARAJA, T. G. Effect of *Aspergillus oryzae* extract alone or in combination with antimicrobial compounds on ruminal bacteria. *J. Dairy Sci.* Savoy, v. 81, n.6, p. 1591-1598, 1998.

BEHARKA, A. A.; NAGARAJA, T. G. Effect of *Aspergillus oryzae* fermentation extract (Amaferm®) on vitro fiber degradation. *J. Dairy Sci.* Savoy, v. 76, n. 3, p. 812-818, 1993.

BEHARKA, A. A.; NAGARAJA, T. G.; MORRILL, J. L. Performance and ruminal function development of young calves fed diets with *Aspergillus oryzae* fermentation extract. *J. Dairy Sci.* Savoy, v. 74, n. 12, p. 4326-4336, 1991.

BERTO, D. A. *Levedura seca de destilarias de álcool de cana-de-açúcar (Saccharomyces spp.) na alimentação de leitões em recría.* 1985. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 1985.

CALLAWAY, E. S.; MARTIN, S. A. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. *J. Dairy Sci.* Savoy, v. 80, n. 9, p. 2035-2044, 1997.

CHAUCHEYRAS, F.; FONTY, G.; BERTIN, G. *et al.* Effects of live *Saccharomyces cerevisiae* cells on zoospore germination, growth, and cellulolytic activity on the rumen anaerobic fungus, *Neocallimastix frontalis* MCH3. *Current Microbiology*, Londres, v. 31, p. 201-205, 1997.

CHIQUETTE, J. *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae*, used alone or in combination, as a feed supplement for beef and dairy cattle. *Can. J. Anim.* Ottawa, v. 75, p. 405-415, 1995.

ERASMUS, L. J.; BOTHA, P. M.; KISTNER, A. Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation, and duodenal nitrogen flow in dairy cows. *J. Dairy Sci.* Savoy, v. 75, n. 11, p. 3056-3065, 1992.

FIEMS, L. O.; COTTYN, B. G.; DUSSER, T. L. Effect of a viable yeast culture on digestibility and rumen fermentation in sheep fed different types of diets. *Reprod. Nutr. Dev.* Les Ulis v. 33, n. 1, p. 43-49, 1993.

FIRKINS, J. L.; WEISS, W. P.; EASTRIDGE, M. L. *et al.* Effects of feeding fungal culture extract and animal-vegetable fat on degradation of hemicellulose and on ruminal bacterial growth in heifers. *J. Dairy Sci.* Savoy, v. 73, p. 1812-1822, 1990.

HARRISON, G. A.; HEMKEN, R. W.; DAWSON, K. A. *et al.* Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial population. *J. Dairy Sci.* Savoy, v. 71, n. 11, p. 2967-2975, 1988.

HIGGINBOTHAM, G. E.; COLLAR, C. A.; ASELTINE, M. S. *et al.* Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* extract on milk yield in a commercial dairy herd. *J. Dairy Sci.* Savoy, v.77, n. 1, p. 343-348, 1994.

KUMAR, U.; SARREEN, V. K.; SINGH, S. A note on the effect of supplementation of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of buffaloes on milk yield and composition. *Anim. Prod.* Nottingham, v. 55, p. 440-442, 1992.

KUNG, L. J. R.; KRECK, E. M.; TUNG, R. S. *et al.* Effects of a live yeast culture and enzymes on in vitro ruminal fermentation and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.* Savoy, v. 80, n. 9, p. 2045-2051, 1997.

MARTIN, S. A.; NISBET, D. J. Effect of direct-feed microbials on rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* Savoy, v.75, p.1736-1744, 1992.

McCOY, G. C.; DRACKLEY, J. K.; HUTJENS, M. F. *et al.* Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on prepartum intake and postpartum intake and milk production of Jersey cows. *J. Dairy Sci.* Savoy, v. 80 (Suppl.1), p. 262, 1997. (Abstr.)

MIR, Z.; MIR, P. S. Effect of the addition of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth and carcass quality of steers fed high-grain diets and on feed digestibility and in situ degradability. *J. Anim. Sci.* Savoy, v. 72, p. 537-545, 1994.

- MURAKAMI, A. E.; MORAES, V. M. B.; ARIKI, J. Levedura de vinhaça (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte protéica na alimentação de frangos de corte. 1993). *Rev. Soc. Bras. Zoot. Viçosa*, v. 22, n. 5, p. 876-883, 1993.
- MUTSVANGWA, T.; EDWARDS, I. E.; TOPPS, J. H. The effect of dietary inclusion of yeast culture (Yea-Sacc) on patterns of rumen fermentation, food intake and growth of intensively fed bulls. *Anim. Prod. Nottingham*, v. 55, p. 35-40, 1992.
- NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J.; CHEN, X. B. Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in sheep. *J. Anim. Sci. Savoy*, v. 73, p. 1811-1818, 1995.
- NEWBOLD, C. J.; BROCK, R.; WALLACE, R. J. Influence of autoclaved or irradiated *Aspergillus oryzae* fermentation extract on the fermentation in the rumen simulation technique (Rusitec). *J. Agric. Sci. Londres*, v.116, p.159-162, 1991.
- NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J.; McINTOSH, F. M. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. *Brit. J. Nutr. Londres*, v. 76, n. 2, p. 249-261, 1996.
- NISBET, D. J.; MARTIN, S. A. Effects of dicarboxylic acids and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on lactate uptake by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *Appl. Environ. Microb.* Washington, v. 56, p. 3515-2518,1990.
- NISBET, D. J. MARTIN, S. A. The effect of *Saccharomyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *J. Anim. Sci. Savoy*, v. 69, p. 4628-4633, 1991.
- OELLERMANN, S. O.; ARAMBEL, J. M.; KENT B. A. *et al.* Effect of graded amounts of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility in cattle. *J. Dairy Sci. Savoy*, v. 73, p. 2413, 1990.
- OLSON, K. C.; CATON, J. S.; KIRBY, D. R. Influence of yeast culture supplementation and advancing season on steers grazing mixed-grass prairie in the northern great plains: II. Ruminal fermentation, site of digestion, and microbial efficiency. *J. Anim. Sci. Savoy*, v. 72, p. 2158-2170, 1994.
- PIVA, G.; BELLADONA, S.; FUSCONI, G. Effects of yeast on dairy cow performance, ruminal fermentation, blood components, and milk manufacturing properties. *J. Dairy Sci. Savoy*, v. 76, n. 9, p. 2717-2722, 1993.
- PLATA, F. P.; GONZALEZ, S. S.; MENDOZA, G. Effect of a yeast culture *Saccharomyces cerevisiae* on nutritive value of oat straw based diets fed to Holstein steers. *J. Anim. Sci. Savoy*, v.71 (Suppl.1), p.288, 1993.
- PUTNAM, D. E.; SCHWAB, C. G.; SOCHA, M. J. Effect of yeast culture in the diets of early lactation dairy cows on ruminal fermentation and passage of nitrogen fractions and aminoacids to the small intestine. *J. Dairy Sci. Savoy*, v. 80, n. 2, p. 374-384, 1997.
- ROBINSON, P. H. Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on adaptation of cows to diets postpartum. *J. Dairy Sci. Savoy*, v. 80, n. 6, p.1119-1125, 1997.
- SUÑE, R. W.; MÜHLBACH, P. R. F.; EGGLETON, C. M. J. Efeito da levedura *Saccharomyces cerevisiae*1026 sobre produção e qualidade do leite. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora, 1997. p. 265-267, 1997.
- SWARTZ, D. L.; MULLER, L. D.; ROGERS, G. W. Effect of yeast cultures on performance of lactating dairy cows: a field study. *J. Dairy Sci. Savoy*, v. 77, n. 10, p. 3073-3080, 1994.
- SOET, P. J. van. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed. New York. 1994.
- VAREL, V. H.; KREIKEMEIER, K. K. Response to various amounts of *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal metabolism in cattle. *J. Dairy Sci. Savoy*, v. 77, n. 10, p. 3081-3086, 1994.
- WALLACE, R. J. Ruminal microbiology, biotechnology, and ruminant nutrition: progress and problems. *J. Anim. Sci. Savoy*, v. 72, p. 2992-3003, 1994.
- WIEDMEIER, R.; ARAMBEL, M. J.; WALTERS, J. L. Effects of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extracts on ruminal characteristics and nutrient digestibility. *J. Dairy Sci. Savoy*, v. 70, n.10, p. 2063-2068,1987.
- WILLIAMS, P.E.V.; TAIT, C. A.G.; INNES, G. M. Effects of the inclusion of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. *J. Anim. Sci. Savoy*, 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. *J. Dairy Sci. Savoy*, v. 81, n. 5, p. 1345-1352, 1998.
- WOHLT, J. E.; FINKELSTEIN, A.D.; CHUNG, C. H. Yeast culture to improve intake digestibility nutrient, and performance by dairy cattle during early lactation. *J. Dairy Sci. Savoy*, v. 74, n. 4, p.1395-1400, 1991.
- YOON, I. K.; STERN, M. D. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* cultures on ruminal fermentation in dairy cows. *J. Dairy Sci. Savoy*, v. 79, n. 3, p. 411-417, 1996.
- YOUSRI, R. M. Single cell protein: its potential use for animal and human nutrition. *World Review of Anim. Prod.* v. 18, n. 2, p. 49-67, 1982.

Recebido para publicação em 11/03/2004
 Received for publication on 11 March 2004
 Recibido para publicación en 11/03/2004
 Aceito para publicação em 18/06/2004
 Accepted for publication on 18 June 2004
 Acepto para publicación en 18/06/2004