

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS RUMINAIS DE  
RAÇÕES COM TEORES DE CONCENTRADO E ADIÇÃO  
DE IONÓFORO OU PROBIÓTICO PARA BOVINOS E  
BUBALINOS**

Autor: Juliano Ricardo Fontanini Beleze  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lúcia Maria Zeoula

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Julho – 2005

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS RUMINAIS DE  
RAÇÕES COM TEORES DE CONCENTRADO E ADIÇÃO  
DE IONÓFORO E PROBIÓTICO PARA BOVINOS E  
BUBALINOS**

Autor: Juliano Ricardo Fontanini Beleze  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lúcia Maria Zeoula

Tese apresentada, como parte das exigências para  
obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da  
Universidade Estadual de Maringá – Área de  
Concentração Produção Animal.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Julho – 2005

“É melhor tentar e falhar, que preocupar-se a ver a vida passar.  
É melhor tentar, ainda que em vão, que sentar-se fazendo nada até o final.  
Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias tristes em casa me esconder.  
Prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver.”

**(Martin Luther King)**

A Deus, pela dádiva de viver.

Ao meu pai e à minha mãe, que não somente se contentaram em presentear-me com a Vida, mas revestiram minha existência de amor, carinho, dedicação e estudo.

Ao meu irmão, pelo estímulo e companheirismo.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Estadual de Maringá, através do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, por ter-me possibilitado desenvolver este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Teor Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Professora Dra. Lúcia Maria Zeoula, pela dedicada orientação, ensinamentos, exemplo profissional, estímulo, confiança e amizade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual de Maringá, em especial, aos Professores Dr. Antonio Ferriani Branco, Dr. Luiz Paulo Rigolon.

Ao amigo Luiz Juliano Valério Geron pelo companheirismo em todos os momentos difíceis e pela ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

Aos bolsistas, Márcia Aparecida Boza, Sérgio Luiz Candêo Filho, pelo auxílio na realização deste trabalho.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi e do Laboratório de Análise de alimentos, em especial a José Carlos, Wilson, Cleuza, Dilma e Olga pela demonstração de companheirismo e pelo auxílio na realização das análises laboratoriais.

A amiga Meiby Carneiro, pela ajuda prestada nas análises estatísticas e pelas sugestões que contribuíram para realizar este trabalho.

Aos colegas de curso durante este período de minha vida, pela amizade, apoio e demonstração de companheirismo.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

JULIANO RICARDO FONTANINI BELEZE, filho de Celso Benedito Beleze e Ada Maria Fontanini Beleze, nasceu em Apucarana, Paraná, no dia 05 de janeiro de 1974.

Em dezembro de 1998, concluiu o curso de Medicina Veterinária, pela Universidade Federal do Paraná.

Em julho de 2001, recebeu o título de Mestre em Zootecnia, pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual de Maringá.

Em março de 2002, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em teor de Doutorado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Nutrição de Ruminantes.

No dia 14 de julho de 2005, submeteu-se à banca para defesa da Tese de Doutorado.

## ÍNDICE

	Página
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	IX
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	XI
<b>TABELAS DO APÊNDICE</b> .....	XII
<b>RESUMO</b> .....	XIII
<b>ABSTRACT</b> .....	XV
<b>I – INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
Referências Bibliográficas.....	18
<b>II – OBJETIVOS GERAIS</b> .....	23
<b>III - Aditivos vs Teores de Concentrado na Ração de Bubalinos e Bovinos: Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca</b> .....	24
Resumo.....	24
Abstract.....	25
Introdução.....	26
Material e Métodos.....	29
Resultados e Discussão.....	35
Conclusões.....	45
Referências Bibliográficas.....	46
<b>IV - Digestibilidade Parcial e Total de Rações com 50% de Volumoso e 50% de Concentrado com a Inclusão de Ionóforo ou Probiótico para Bubalinos e Bovinos</b> .....	49
Resumo.....	49
Abstract.....	50
Introdução.....	51
Material e Métodos.....	53
Resultados e Discussão.....	58
Conclusões.....	79
Referências Bibliográficas.....	80
<b>V - Digestibilidade Parcial, Total e Fermentação Ruminal de Rações com 80% de Volumoso e 20% de Concentrado com a Inclusão de Ionóforo ou Probiótico para Bubalinos e Bovinos</b> .....	84
Resumo.....	84
Abstract.....	85
Introdução.....	86
Material e Métodos.....	88
Resultados e Discussão.....	96
Conclusões.....	119

Referências Bibliográficas.....	120
<b>VI - Parâmetros Ruminais de Rações com Diferentes Teores de Volumoso:Concentrado com a Inclusão de Ionóforo ou Probiótico para Bubalinos e Bovinos.....</b>	<b>125</b>
Resumo.....	125
Abstract.....	126
Introdução.....	127
Material e Métodos.....	129
Resultados e Discussão.....	135
Conclusões.....	152
Referências Bibliográficas.....	153
<b>VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>156</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Aditivos vs Teores de Concentrado na Ração de Bubalinos e Bovinos: Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca.....</b>	<b>Página</b> 24
Tabela 1. Composição química dos alimentos (% MS).....	30
Tabela 2. Composição percentual e química das rações experimentais (expresso em %MS) utilizadas na determinação da digestibilidade <i>in vitro</i> da MS.....	31
Tabela 3. Médias observadas para a digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) em função dos teores de concentrado e aditivos para bubalinos e bovinos.....	35
Tabela 4. Equações de regressão ajustadas para a digestibilidade <i>in vitro</i> da MS (DIVMS) em função dos teores de concentrados e aditivos para bubalinos e bovinos e seus valores de máximo (Máx.).....	36
Tabela 5. Médias para a digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) para a presença de aditivos e a associação entre eles em rações com 50% de concentrado para bubalinos e bovinos.....	43
<b>Digestibilidade Parcial e Total de Rações com 50% de Volumoso e 50% de Concentrado com a Inclusão de Ionóforo ou Probiótico para Bubalinos e Bovinos.....</b>	<b>49</b>
Tabela 1. Composição química dos alimentos (% na MS).....	54
Tabela 2. Composição percentual e química das rações experimentais (% na MS).....	55
Tabela 3. Consumo médio diário de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e amido (AM) das rações experimentais (A - aditivos) e da espécie (E - espécie) animal.....	59
Tabela 4. Médias para os coeficientes de digestibilidade aparente e digestão parcial dos nutrientes em função das rações experimentais e da espécie animal.....	62
Tabela 5. Médias para os coeficientes de digestibilidade ruminal e intestinal em função das rações experimentais e da espécie animal.....	74
<b>Digestibilidade Parcial, Total e Fermentação Ruminal de Rações com 80% de Volumoso e 20% de Concentrado com a Inclusão de Ionóforo ou Probiótico para Bubalinos e Bovinos.....</b>	<b>84</b>
Tabela 1. Composição química dos alimentos (% na MS).....	89

Tabela 2. Composição percentual e química das rações experimentais (% na MS).....	91
Tabela 3. Consumo médio diário de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), Proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e amido (AM) das rações experimentais e da espécie animal.....	97
Tabela 4. Médias para os coeficientes de digestibilidade aparente total da proteína bruta (PB), da fibra em detergente ácido (FDA), e do amido (AM) em função das rações experimentais e da espécie animal.....	99
Tabela 5. Médias para os coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO), da fibra em detergente neutro (FDN) e do extrato etéreo (EE) em função das rações experimentais e da espécie animal.....	104
Tabela 6. Médias para os coeficientes de digestibilidade ruminal e intestinal dos nutrientes para as rações experimentais e desvio – padrão (DP) em bovinos.....	108
Tabela 7. Frações solúvel (a) e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), degradabilidade potencial e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro do feno de Tifton 85 para as taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h.....	114
Tabela 8. Taxa de degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca e fibra em detergente neutro do feno de Tifton 85 para as taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h.....	117
<b>Parâmetros Ruminais de Rações com Diferentes Teores de Volumoso:Concentrado com a Inclusão de Ionóforo ou Probiótico para Bubalinos e Bovinos.....</b>	<b>125</b>
Tabela 1. Composição química dos alimentos (% na MS), do ensaio 1.....	131
Tabela 2. Composição química dos alimentos (% na MS), do ensaio 2.....	131
Tabela 3. Composição percentual e química das rações experimentais (% na MS).....	132

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Aditivos vs Teores de Concentrado na Ração de Bubalinos e Bovinos: Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca.....</b>	<b>Página</b> 24
Figura 1. Médias estimadas para a <i>DIVMS</i> (Y) em função dos teores de concentrado (X) na ausência de aditivos (testemunha), com presença de ionóforo e com a presença de probiótico para as espécies bubalina e bovina.....	37
<b>Parâmetros Ruminais de Rações com Diferentes Teores de Volumoso: Concentrado com a Inclusão de Ionóforo ou Probiótico para Bubalinos e Bovinos.....</b>	<b>125</b>
Figura 1. Concentração de acetato, propionato, butirato e total de ácidos graxos voláteis $\mu\text{M}/\text{mL}$ do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, em bubalinos e bovinos alimentados com três rações experimentais.....	136
Figura 2. Concentração da relação acetato:propionato $\mu\text{M}/\text{mL}$ do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, em bubalinos e bovinos alimentados com rações testemunha, com ionóforo e probiótico.....	138
Figura 3. Curvas de pH médio e equação de regressão do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, para bubalinos e bovinos alimentados com três rações experimentais.....	140
Figura 4. Concentração do nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ) $\text{mg}/100\text{ mL}$ do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, em bubalinos e bovinos alimentados com três com três rações experimentais.....	142
Figura 5. Concentração do acetato, propionato, butirato e total de ácidos graxos voláteis $\mu\text{M}/\text{mL}$ do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, em bovinos alimentados com três rações experimentais (ausência ou presença de aditivos).....	145
Figura 6. Concentração da relação acetato:propionato $\mu\text{M}/\text{mL}$ do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, em bovinos alimentados com a ausência e presença de aditivos na dieta.....	147
Figura 7. Curvas de pH médio e equação de regressão do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, para bovinos alimentados com três rações experimentais.....	148
Figura 8. Concentração do nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ) $\text{mg}/100\text{ mL}$ do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, em bovinos alimentados com três rações experimentais.....	150

## TABELAS DO APÊNDICE “A”

		Página
Tabela 1A.	Concentração total de ácidos graxos voláteis (AGVs) no rúmen, porcentagens molares dos ácidos acético (C2), propiônico (C3), iso-butírico (IC4), butírico (C4), iso-valérico (IC5), valérico (C5) e relação acetato/propionato (C2/C3), em bubalinos alimentados com rações com ou sem aditivos.....	157
Tabela 2A.	Concentração total de ácidos graxos voláteis (AGVs) no rúmen, porcentagens molares dos ácidos acético (C2), propiônico (C3), iso-butírico (IC4), butírico (C4), iso-valérico (IC5), valérico (C5) e relação acetato/propionato (C2/C3), em bovinos alimentados com rações com ou sem aditivos.....	158
Tabela 3A.	Porcentagens do pH ruminal e concentração de N-amoniaco (mg/ 100 mL), em bubalinos e bovinos alimentados com rações com ou sem aditivos.....	159
Tabela 4A.	Concentração total de ácidos graxos voláteis (AGVs) no rúmen, porcentagens molares dos ácidos acético (C2), propiônico (C3), iso-butírico (IC4), butírico (C4), iso-valérico (IC5), valérico (C5) e relação acetato/propionato (C2/C3), em bovinos alimentados com rações com ou sem aditivos. (Ensaio 2).....	160
Tabela 5A.	Porcentagens do pH ruminal e concentração de N-amoniaco (mg/ 100 mL), em bovinos alimentados com rações com ou sem aditivos.....	161



## RESUMO

Este trabalho foi conduzido para avaliar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), os coeficientes de digestibilidade total e parcial dos nutrientes, degradabilidade *in situ* e parâmetros ruminais de rações com diferentes teores de volumoso:concentrado com a inclusão de ionóforo (monensina sódica – Rumensin®), probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* + selênio + cromo – Beef-sacc®) e antibiótico promotor de crescimento (Bacitracina de metileno disalicilato – BMD®) para bubalinos e bovinos. Para a DIVMS utilizou-se o líquido ruminal de bubalino e bovino, sendo o delineamento inteiramente casualizado, e consistiu de um fatorial de 5 x 3, teores crescentes de concentrado: 0%, 5%, 10% 20% e 50% e ausência ou presença de aditivos (testemunha, com ionóforo ou probiótico). Ainda foi avaliado o efeito isolado dos aditivos (ionóforo, probiótico e antibiótico promotor de crescimento) e a combinação destes sobre a DIVMS, sendo utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 8 tratamentos (testemunha, ionóforo, probiótico, antibiótico, ionóforo + probiótico, ionóforo + antibiótico, probiótico + antibiótico e ionóforo + probiótico + antibiótico) e 4 repetições. Avaliou-se também os efeitos do ionóforo e do probiótico em rações com 50:50 e 80:20 volumoso:concentrado sobre os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e parcial dos nutrientes, degradabilidade *in situ* (feno de Tifton 85) e parâmetros ruminais. Para estes coeficientes foram utilizados três búfalos, machos, da raça Murrah (*Bubalus bubalis*) e três bovinos, machos, da raça Holandesa (*Bos taurus*), portadores de cânula ruminal e duodenal, e distribuídos em delineamento experimental com dois quadrados latinos 3 x 3, com um arranjo fatorial 3 x 2, sendo, testemunha, com ionóforo ou probiótico e duas espécies. O indicador interno dos fluxos fecal e duodenal foi a cinza insolúvel em ácido. Para DIVMS em ambas espécies houve interação ( $P < 0,01$ ) para os teores crescentes de concentrado e aditivos. Para o efeito isolado e combinatório

entre aditivos em rações com 50:50 volumoso:concentrado, as combinações nem sempre apresentaram-se superiores aos efeitos isolados das rações com ausência ou presença de aditivos em ambas espécies. Para as relações 50:50 e 80:20 volumoso:concentrado a adição de ionóforo na ração propiciou efeito ( $P < 0,05$ ) no CDA da PB (proteína bruta), para ambas espécies, e a adição de probiótico as rações propiciou maior ( $P < 0,05$ ) digestibilidade de fibra. Os coeficientes de digestibilidade ruminal (CDR) da PB para o teor de 50:50 proveniente da ração com adição de ionóforo apresentou menor ( $P < 0,05$ ) degradação ruminal para a espécie bovina em relação aos bubalinos. O ionóforo na ração propiciou efeito positivo ( $P < 0,05$ ) na digestão de fibra, quando comparado à ração testemunha. Com relação ao teor de 80:20%, o CDR da PB e FDN (fibra em detergente neutro) para a espécie bovina, foram melhores ( $P < 0,05$ ) aproveitados nas rações com ionóforo e probiótico. Para os dois teores de concentrado, as rações experimentais reduziram ( $P < 0,05$ ) a digestão intestinal dos nutrientes. Os resultados para a degradabilidade *in situ* do feno de Tifton 85, foram contrários aos observados na digestibilidade ruminal da ração com relação de 80:20 para a PB e FDN, com inclusão de ionóforo e de probiótico. Em relação aos parâmetros ruminais, para ambos teores de concentrado as rações com ou sem aditivo e espécie animal não influenciaram ( $P > 0,05$ ) a concentração total de AGV (ácidos acético, propiônico e butírico) em ambos ensaios. Entretanto, o comportamento das curvas foi quadrático em função dos horários. Para o teor de 50:50, a relação acetato/propionato foi semelhante entre as espécies, e a ração com ionóforo apresentou a menor ( $P < 0,05$ ) relação. No entanto, os valores de pH e N-NH<sub>3</sub> dos bubalinos foram superiores ( $P < 0,05$ ) aos bovinos. Para a relação 80:20, os valores de pH e N-NH<sub>3</sub> diferiram ( $P < 0,05$ ) em função dos horários, apresentando comportamento quadrático.

## ABSTRACT

This work was carried out to evaluate the dry matter *in vitro* digestibility (IVDMD), total and partial nutrients digestibility coefficients, *in situ* degradability and ruminal parameters of rations with different roughage:concentrate levels the inclusion of ionophore (monensin – Rumensin®), probiotic (*Saccharomyces cerevisiae* + selenium + chrome – Beef-sacc®) and growth promoter antibiotic (bacitracin – BMD®) for bubaline and bovine. For IVDMD was used bubaline and bovine ruminal liquid, using the totally randomized design, consisted of a factorial of 5 x 3, the growing levels of concentrate: 0%, 5%, 10% 20% and 50% and without or with additives (control, with ionophore or probiotic). The isolated effect of the additives (ionophore, probiotic and growth promoter antibiotic) and the combination of these on IVDMD were evaluate, using totally the randomized design with 8 treatments (no additive, ionophore, probiotic, antibiotic, ionophore + probiotic, ionophore + antibiotic, probiotic + antibiotic, ionophore + probiotic + antibiotic) and 4 repetitions. It was also evaluated the ionophore (monensin) and the probiotic (*Saccharomyces cerevisiae* + selenium + chrome) effects in rations with 50:50 and 80:20 roughage:concentrate on the total and partial nutrients coefficients digestibility, *in situ* degradability (Tifton 85 hay) and ruminal parameters. To determine the coefficients three male Murrah buffalos (*Bubalus bubalis*) and three steers Holstein (*taurus*), and with ruminal and duodenal cannulas were used. The animals were distributed in randomized design with two 3 x 3 latin squares, with 3 x 2 a factorial arrangement, being, control, with ionophore or probiotic and two species. The acid insoluble ash was used as internal marker to fecal and duodenal flows. For IVDMD in both species there was interaction (P<0.01) to the growing concentrate and additives levels. For the isolated effect and combined effect among additives in rations with 50:50 roughage:concentrate, the combinations did not

always are higher to the isolated effects of the rations with additives absence or presence in both species. To the 50:50 and 80:20 roughage:concentrate rations the ionophore addition in the ration had effect ( $P<0.05$ ) in CP (crude protein) total digestibility, for both species, and the probiotic addition had a larger ( $P<0.05$ ) fiber digestibility. The CP ruminal digestibility coefficients for the 50:50 had from the ration with ionophore addition presented smaller ( $P<0.05$ ) ruminal degradation to the bovine species related to the bubaline. The ionophore in the ration had a positive effect ( $P<0.05$ ) in the fiber digestion, when compared to the control ration. To the 80:20 level, CP and NDF (neutral detergent fiber) for the bovine species, were better ( $P<0.05$ ) used in the rations with ionophore and probiotic. To the two concentrated levels, the experimental rations reduced ( $P<0.05$ ) the intestinal digestion of the nutrients. The results to the *in situ* degradability of the Tifton 85 hay, were contrary to the observed in the ruminal digestibility of the ration with 80:20 level for CP and NDF, with ionophore and probiótico inclusion. Considering the ruminal parameters, for both concentrate levels the rations with or without additive and animal species did not influence ( $P>0.05$ ) the total volatile fatty acid concentration (acetate, propionate and butirate acids) in both trials. However the curve behavior was quadratic in function of the time. For the 50:50 level, the relation acetate/propionate relation was similar between the species, and the ration with ionophore had the smallest ( $P<0.05$ ) relation. However bubaline pH and  $\text{NH}_3\text{-N}$  values were highest ( $P<0.05$ ) compared to bovine. For the 80:20% relation, the pH and  $\text{NH}_3\text{-N}$  values differed ( $P<0.05$ ) in function of the time, presenting quadratic behavior.

## **DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS RUMINAIS DE RAÇÕES COM TEORES DE CONCENTRADO E ADIÇÃO DE IONÓFORO E PROBIÓTICO PARA BOVINOS E BUBALINOS**

### **I – INTRODUÇÃO GERAL**

A alimentação responde por 60 a 70% dos custos de produção animal e para fornecer um alimento adequadamente balanceado, nutricionalmente completo, ele deve reduzir stress, minimizar deficiências, melhorar a competência imunológica e produzir carcaça de qualidade, com melhor desempenho e maior lucratividade. Para assegurar que os nutrientes sejam ingeridos, digeridos, protegidos da destruição, absorvidos e transportados às células do organismo, incluímos na dieta certos “aditivos”, na sua maioria, não nutritivos, em quantidades e concentrações ótimas, com finalidade de um melhor balanceamento e aproveitamento dos nutrientes do alimento.

Segundo Butolo (2002), com a globalização da economia, as exigências dos consumidores têm sido ampliadas, visando a saúde humana e assim sendo determinadas regras têm sido estabelecidas nos macro regulatórios, no tocante às proibições e ou liberalidades que tratam de diretrizes para as trocas de mercadorias (MERCOSUL, NAFTA, PACTO ANDINO, MERCADO COMUM EUROPEU e grandes mercados consumidores ÁSIA e JAPÃO) e um dos pontos mais contraditórios são as diretrizes estabelecidas quanto aos aditivos utilizados na alimentação animal.

O aumento no potencial genético dos animais vem demandando dietas com maiores teores energéticos e protéicos, e conseqüentemente, adequação da fração fibrosa, importante na manutenção da saúde ruminal. A adição de produtos capazes de controlar ou modificar o padrão de fermentação no rúmen, de modo a se obter maior teor de produção e/ou manter a saúde animal, vem se mostrando uma estratégia importante na alimentação de animais. Esse aumento na produtividade dos animais ruminantes tem acarretado a busca por incrementos na capacidade dos animais em utilizarem o alimento consumido, tanto por melhorias na capacidade de digestão quanto por aumento na eficiência metabólica do hospedeiro e da microbiota ruminal.

A manipulação dos alimentos da dieta de forma a se maximizar esses parâmetros, através da combinação adequada de nutrientes tem acarretado resultados expressivos ao longo dos anos, resultando em sistemas nutricionais cada vez mais complexos. Contudo, a melhoria na eficiência da utilização das rações também pode ser obtida através de aditivos que alterem determinados processos metabólicos ou condições fermentativas e absorptivas ao longo do trato digestório dos animais.

Alguns produtos como os ionóforos são amplamente utilizados e já foram alvos de inúmeras avaliações científicas a respeito de sua funcionalidade prática e modo de ação, porém, algumas lacunas permanecem, principalmente em relação a seus efeitos ao longo dos vários compartimentos do trato digestório, especialmente em condições de animais em pastejo. Além disto, são praticamente desconhecidos os efeitos da utilização de ionóforos sobre as alterações nos padrões fermentativos e absorptivos.

Sendo assim, o conhecimento dos efeitos dos ionóforos e de outros aditivos sobre os diversos processos relacionados ao melhor aproveitamento dos nutrientes, permite uma melhor utilização destes produtos e até mesmo a observação de efeitos complementares.

### **1.1—Ionóforos:**

Os ionóforos são compostos de poliéster, que podem ser utilizados desde o desmame à fase de terminação bubalinos e de bovinos de corte, com o objetivo de maximizar a eficiência alimentar e manter os animais sadios e saudáveis, visto que os ionóforos são coccidiostáticos (NRC, 1996).

De acordo com Martin (1998), ionóforos são substâncias de ocorrência natural que afetam o transporte seletivo de íons às mitocôndrias. A indústria bovina começou a utilizar esses produtos por volta de 1975 como manipuladores de fermentação ruminal. Vários estudos têm demonstrado melhoria no desempenho animal com o uso desses produtos em dietas para animais em crescimento (Bergen & Bates, 1984; Goodrich et al., 1984; Meinert et al., 1992) e, mais recentemente, animais pré-parto e em lactação (Van Der Werf et al., 1998).

Muitos trabalhos têm demonstrado que os ionóforos atuam selecionando determinadas cepas de bactérias podendo levar a mudanças no processo de fermentação ruminal (Bergen & Bates, 1984; Russell, 1987). O modo de ação básico dos ionóforos é a mudança no movimento de íons através de membranas, alterando o gradiente de prótons e, conseqüentemente, o pH dentro da célula. Na tentativa de manter pH interno adequado, bactérias do rúmen exportam  $H^+$  acumulado dentro da célula através das bombas  $Na^+/K^+$  ATPase e/ou próton ATPase, utilizando energia nesse processo. Este gasto de energia pode levar a uma redução no crescimento e reprodução e, muitas vezes, até à morte de determinado tipo de bactéria.

Portanto, como os microrganismos utilizam mecanismos de transporte ativo secundário, dependentes de gradientes de concentração destes íons (principalmente através da ação de bombas como a  $Na^+$  ATPase e  $H^+$  ATPase) para a absorção de

nutrientes, a atividade desacopladora dos ionóforos acarreta a inibição do microrganismo (Russell & Strobel, 1988; Martin, 1998).

As diferenças entre bactérias gram-positivas e gram-negativas quanto à estrutura celular estão envolvidas no processo de seleção. O envelope celular presente em bactérias gram-negativas age como uma barreira à ação dos ionóforos tornando-as mais resistentes. Além disso, diferenças em seu complexo enzimático conferem uma maior sobrevivência na presença de ionóforos.

Foi observada a completa inibição da formação de metano por monensina em *M. thermoautotrophicum* quando tanto a concentração de  $\text{Na}^+$  quanto o pH extracelulares estavam baixos. O efeito da monensina foi parcialmente prejudicado com aumentos isolados de pH ou da concentração de  $\text{Na}^+$ . O efeito da monensina foi eliminado quando o pH e a concentração de  $\text{Na}^+$  estavam elevados (Perski et al., 1982, citados por Bergen & Bates, 1984).

Linhagens de *Bacteróides ruminicola*, *Ruminococcus albus*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Fibrobacter succinogenes* foram mais sensíveis à monensina e lasalocida em meios de cultura contendo baixa concentração de  $\text{K}^+$ . Aparentemente, esse efeito deve-se à reversão na exaustão de  $\text{K}^+$  intracelular ocasionada pelo ionóforo quando se aumenta a disponibilidade de  $\text{K}^+$  extracelular. O aumento de  $\text{K}^+$  extracelular elevou a resistência de algumas bactérias do rúmen a monensina e lasalocida (Dawson & Boling, 1984).

Como algumas das principais bactérias fibrolíticas (*R. albus*, *R. flavefaciens*, *B. fibrisolvens*), que produzem a maior parte do acetato e, possivelmente, do hidrogênio dispoiteor, são gram-positivas, a atividade inibitória dos ionóforos diminui a produção de  $\text{H}_2$  ruminal e ocorre um carreamento dos elétrons gerados na re-oxidação dos cofatores reduzidos para as vias produtoras de propionato, ocasionando uma diminuição

na relação acetato:propionato, conforme observado em diversos trabalhos (Russell & Strobel, 1988; Lana & Russell, 1996; Callaway & Martin, 1997).

A principal bactéria produtora de lactato, a *Streptococcus bovis*, também é gram-positiva e, portanto, sujeita aos efeitos dos ionóforos (Martin, 1998), enquanto que as principais bactérias que fermentam o lactato a propionato (*Selenomonas ruminantium* e *Megasphaera elsdenii*) são gram-negativas (apresentando uma maior resistência aos ionóforos devido à membrana externa a camada de peptidoglicanos). Desta forma, os ionóforos também acarretam um desvio da produção de propionato através da via do succinato e uma maior utilização do lactato produzindo propionato e gerando um consumo ainda maior do hidrogênio dispoiteor (Russel & Strobel, 1988; Callaway & Martin, 1997; Domescik & Martin, 1999).

A redução na produção de H<sub>2</sub> devido ao propionato também afeta a fermentação do lactato, pois os microrganismos lactoclásticos sofrem uma inibição em concentrações elevadas de hidrogênio ruminal (1 atm de H<sub>2</sub>) devido à inatividade da enzima lactato desidrogenase nestas condições. Estas conseqüências dos ionóforos sobre a concentração de lactato podem explicar o aumento no pH ruminal quando estas substâncias são fornecidas (Russel, 1987).

A alteração na população microbiana no rúmen leva a mudanças no processo de fermentação ruminal, uma vez que bactérias gram-negativas têm o succinato como produto final de fermentação. Desta forma, os ionóforos selecionam uma comunidade bacteriana que produz mais propionato e menos lactato, acetato e butirato, e indiretamente, menos metano (Spears, 1990).

A utilização de ionóforos tem acarretado uma diminuição na ingestão de matéria seca sem alterar praticamente a produção dos animais, melhorando assim a eficiência alimentar além de aumentar a eficiência da utilização da energia e da proteína, sendo

esta melhoria correlacionada a aumentos na produção de propionato e reduções de até 30% na emissão de metano (Russell & Strobel, 1988; Lana & Russell, 1996; Callaway & Martin, 1997).

Contudo, apesar da utilização de ionóforos diminuir a produção de metano, essas substâncias apresentam certas inconveniências. Primeiramente a utilização de ionóforos diminui a atividade dos microrganismos celulolíticos e, conseqüentemente, ocorre uma diminuição da digestibilidade da fibra, sendo assim de pouca utilidade o uso de ionóforos para diminuir a produção de metano em animais em pastejo, os quais são os principais responsáveis pela produção de metano. De forma geral, os ionóforos são utilizados em dietas contendo um teor elevado de carboidratos não estruturais, que naturalmente já acarretam uma diminuição na metanogênese.

Teoricamente a atividade dos ionóforos poderia diminuir a digestibilidade da FDN e, conseqüentemente, diminuir a disponibilidade de energia digestível para o animal. Todavia, diversos trabalhos (Dawson & Boling, 1984; Rumpler et al., 1986; Mbanzamihiigo et al., 1995; Newbold et al., 1995; Domesick & Martin, 1999) têm demonstrado aumento no ganho de peso de animais a pasto consumindo ionóforos. Estes resultados podem indicar que a melhoria na produção de propionato e diminuição na metanogênese poderiam compensar a perda na digestibilidade na fibra, permitindo um maior valor de energia metabolizável para a pastagem o que poderia explicar os melhores desempenhos. Os ionóforos podem estar agindo também como inibidores do desenvolvimento de microrganismos patológicos no intestino, devido a seus efeitos sobre bactérias gram-positivas e seus efeitos coccidiostáticos.

Um dos benefícios da monensina é redução na fermentação de proteína ruminal e, conseqüentemente, aumento na proteína dispoiteor para o animal no intestino delgado. Isto ocorre devido à diminuição na produção de amônia ruminal, como já demonstrado

em experimentos *in vitro* e *in vivo* conduzidos por Dinius et al. (1976) e Van Nevel & Demeyer (1977). Oliveira et al. (2004), concordam que os intermediários da produção de amônia são os aminoácidos e peptídeos, que são provenientes da quebra da proteína solúvel do alimento através de enzimas microbianas ruminais, sendo os mesmos incorporados à proteína microbiana ou desaminados. No entanto, ao se ter uma quebra excessiva de peptídeos, os mesmos não são assimilados totalmente, ocorrendo uma perda desses na forma de amônia. Uma forma de reduzir essa perda de nitrogênio pelo animal seria através da administração de inibidores bacterianos, como a monensina (Barbosa et al., 2001).

Para Russell & Martin (1984), o uso de ionóforos na ração diminui o crescimento de bactérias proteolíticas e inibe a deaminação e proteólise embora a deaminação seja mais afetada que a proteólise. O decréscimo da concentração de amônia ruminal vai depender da taxa de proteína/carboidrato degradável no rúmen, uma vez que, em baixas taxas, a produção de amônia ruminal e a ação da monensina são mínimas. O efeito dos ionóforos é maior em dietas à base de forrageiras ricas em proteínas, pois, sob estas condições, a taxa de degradação de proteína é muito maior que a taxa de fermentação de carboidratos e os teores de amônia ruminal geralmente são altos (Russell, 1996).

### **1.2- Probióticos – *Saccharomyces cerevisiae*:**

Segundo Simas & Nussio (2000), termo probiótico foi definido em meados da década de 70, e quer dizer, no seu sentido literal, "para a vida", sendo o antônimo do termo antibiótico. Essa é a definição para culturas específicas produtoras de ácido láctico, administradas oralmente para animais, com o objetivo de melhorar seu desempenho e saúde. Os autores ressaltam que vários preparados como: leveduras, enzimas, vitaminas, minerais entre outros, são erroneamente chamados de probióticos, devido ao *marketing* gerado pelo termo. Em 1989, o *Food and Drug Administration*

(FDA) criou o termo “direct fed microbials” (DFM), o qual engloba microrganismos vivos que ocorrem naturalmente, incluindo bactérias, fungos e leveduras.

Fungos unicelulares, do gênero *Saccharomyces*, são tradicionalmente utilizados na fermentação do açúcar de alimentos para consumo humano. O uso em alimentação de bovinos de corte foi ligado ao aumento na digestibilidade da matéria seca, especialmente da fibra, melhorando a eficiência alimentar e ganho de peso. Existe ainda uma grande variação na eficiência das diferentes cepas de *Saccharomyces cerevisiae* em promover melhoria no desempenho dos bovinos (Newbold et al., 1995).

Há indicações de que a suplementação direta de aditivos microbianos pode melhorar a produção de ruminantes em cerca de 7% a 8%, magnitude semelhante a de ionóforos (Martin & Nisbet, 1992; Wallace, 1994).

Os efeitos no desempenho e no metabolismo variam pela diversidade de composição dos produtos microbianos, dietas e categoria animal a ser estudado. Existem relativamente poucos dados sobre dose e interações com a dieta (Denigan et al., 1992; Martin & Nisbet, 1992; Wallace, 1994; Adams et al., 1995; Puntnam et al., 1997).

O aumento no número de bactérias do rúmen (especialmente bactérias celulolíticas) é o efeito mais comum da suplementação de levedura. Alguns tipos de bactérias apresentam melhor desempenho na presença de leveduras, e alguns fatores relacionados com essa resposta são: fornecimento de fatores de crescimento – vitaminas (complexo B, ácido para-amino benzóico etc), ácidos dicarboxílicos (fumarato, malato etc); remoção de oxigênio por *Saccharomyces*; efeito tampão (bactérias celulolíticas preferem pH > 6) e redução do número de protozoários (Callaway & Martin, 1997).

Os diferentes gêneros de *Saccharomyces* têm grande afinidade por oxigênio, melhorando as condições do rúmen para os microrganismos anaeróbicos. O conteúdo ruminal é essencialmente anaeróbico, mas pequenas concentrações de oxigênio

dissolvido podem ser encontradas. O oxigênio entra no rúmen (60  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{L}$  a 100  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{L}$ ) através do alimento e da saliva. O oxigênio é tóxico às bactérias anaeróbicas e reduz a adesão das bactérias à celulose. Os carboidratos estruturais da planta, dos quais a celulose é o principal componente, são as principais fontes de energia para o ruminante. Como a atividade respiratória de *S. cerevisiae* (200  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{L}$  a 300  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{L}$ ) é de muitas ordens de magnitude maior que a concentração de oxigênio no fluido ruminal, pequenas quantidades de levedura (1,33 g/L) incluídas nas dietas de ruminantes podem ser benéficas.

Resultados práticos e positivos são relatados com a inclusão de levedura sobre o consumo de matéria seca e produção de leite. No entanto, a resposta de bovinos à suplementação com leveduras é influenciada por uma série de fatores: tipo de forrageira, proporção de concentrado na dieta, estágio de lactação, bem como por período e teor de suplementação (Williams et al., 1991; Adams et al., 1995; Wohlt et al., 1998; Iwanska et al., 1999).

O efeito das leveduras pode ser maior em dietas com maior teor de concentrados (Williams et al., 1991) ou de animais com altas exigências (Wohlt et al., 1998). Esses autores estudaram o efeito positivo da suplementação de levedura para vacas pré-parto até os primeiros meses de lactação. Sugerem ser necessário um período de cerca de duas semanas, para que a microflora se adapte ao aporte de levedura e a fermentação ruminal seja estabilizada.

### **1.3 - Antibióticos Promotores de Crescimento:**

Alguns antibióticos têm sido utilizados constantemente em rações de animais objetivando melhorias nas condições absorptivas em teor intestinal, através do controle da população microbiana patogênica, evitando a produção de endotoxinas e a competição por substrato. Desta forma, os antibióticos apresentam um maior efeito na

sanidade intestinal, principalmente em animais sujeitos a um maior desafio imunológico, como animais em períodos de estresse ou pré-ruminantes.

Antibióticos também são fornecidos a bovinos em terminação para o controle de abscessos do fígado. Os abscessos podem reduzir o ganho de peso e aumentar a eficiência alimentar em 10%. Dentre os diversos antibióticos utilizados podemos destacar a bacitracina. A bacitracina é um antibiótico polipeptídico que inibe a formação de peptidoglicanas. A membrana externa pode servir de barreira a bacitracina. Por isso, as bactérias gram-positivas são mais susceptíveis aos seus efeitos, assemelhando-se assim a atividade dos ionóforos (Russell & Strobel, 1988).

A bacitracina mais conhecida é a bacitracina de zinco, a qual apresenta elevada eficiência, contudo apresenta grande perda de sua atividade em rações expostas em condições de pastejo. A bacitracina metileno disalicilato é uma forma mais estável de antibiótico podendo ser uma melhor opção.

Diversos trabalhos (Russel & Strobel, 1988) têm demonstrado aumentos no ganho de peso de animais consumindo rações com bacitracina, sendo estas melhorias geralmente atribuídas a melhor eficiência digestiva em teor intestinal, existindo poucas informações relativas à atuação deste produto em teor ruminal.

#### **1.4 – Grupo Genético**

A alimentação representa um elevado percentual nos custos totais de produção animal, principalmente quando se busca elevado desempenho produtivo e reprodutivo. A busca por esta eficiência com a diminuição dos custos é a ordem do dia em todas as atividades, seja na bubalinocultura quanto na bovinocultura. O crescente interesse pelo uso de aditivos torna-se então realidade. Para Hutjens (1996), a adição deste produto capaz de controlar ou modificar o padrão de fermentação no rúmen, de modo a obter

maiores teores de produção e/ou manter saúde animal, vem se mostrando uma estratégia importante na alimentação de animais especializados.

Os bubalinos diferem de taurinos e zebuínos em vários aspectos: hábitos comportamentais e as características de interação com o meio ambiente.

As funções metabólicas desses animais não estão bem descritas como os bovinos, e há uma carência de informações sobre o comportamento digestivo. Estudos que forneçam essas informações são importantes para o desenvolvimento de um manejo adequado, principalmente quanto ao fornecimento de dietas ideais ou alternativas e mesmo com a inclusão de modificadores orgânicos ruminais.

Para Franzolin (2001), a alteração drástica na alimentação dos bubalinos com alimentos ricos em volumosos para uma dieta rica em concentrado, sem a devida adaptação, pode promover grandes problemas digestivos nos animais, devido à modificação na relação existente entre as diferentes espécies de microrganismos no rúmen. Por exemplo, a bactéria *Streptococcus bovis* fermenta amido produzindo lactato. Amido é abundante em grãos, enquanto que, gramínea é rica em celulose. Caso a alimentação de um búfalo seja rapidamente alterada de gramínea para grão, o crescimento de *Streptococcus bovis* torna-se muito intenso. Conseqüentemente, lactato acumula-se no rúmen promovendo uma queda do pH. Isso provoca a morte de outras espécies de microrganismos e o animal pode morrer por acidose. Para evitar esse problema, grãos devem ser introduzidos lentamente na dieta permitindo que outras espécies de bactérias possam crescer e competir com *Streptococcus bovis*.

A concentração e a composição da fauna ruminal têm sido investigadas visando à obtenção de conhecimentos do real papel dos protozoários ciliados no processo fermentativo de nutrientes no rúmen para utilização de estratégias eficientes de nutrição do hospedeiro.

Franzolin & Dehority (1999) alimentaram quatro búfalos e quatro bovinos portadores de cânulas ruminais durante 17 semanas somente com capim fresco picado (*Panicum maximum*). Os animais foram reinoculados com conteúdo ruminal misturados de todos os animais após três semanas do início do experimento e novamente após três semanas. Os bubalinos apresentaram concentrações médias superiores de total de protozoários e de Diplodiniinae e inferiores de *Entodinium* que os bovinos. As composições de *Entodinium* e Diplodiniinae foram, respectivamente, para bubalinos, 43,5% e 56,0% e para bovinos, 96,2% e 3,8%.

Wanapat et al. (2000) estudaram a população microbiana no rúmen comparativamente entre bovinos e búfalos do pântano criados em condições tradicionais de vilarejos no nordeste da Tailândia. Foram utilizados os conteúdos ruminais de 20 animais de cada espécie logo após o abate para contagens de bactérias, protozoários e zoósporos de fungos. A população total de bactérias foi mais elevada nos búfalos que nos bovinos ( $1,6$  vs  $1,36 \times 10^8$  células/mL), enquanto que, a população de protozoários ciliados foi menor com menor concentração de holotricos e entodiniomorfos em búfalos. Os bubalinos apresentaram maior concentração de zoósporos de fungos com um valor médio de  $7,30 \times 10^6$  contra  $3,78 \times 10^6$  nos bovinos.

Souza et al. (2000), têm evidenciado diferenças na fisiologia e no metabolismo ruminal entre bubalinos e bovinos. A administração experimental de dietas pobres em proteína e a base de volumosos de baixa qualidade tem levado a um melhor desempenho de bubalinos. Isto sugere a adequação desses animais às condições brasileiras, já que a criação do rebanho de corte é realizada, em grande parte, sob áreas de vegetações nativas compostas de altos teores de fibras e baixas porcentagens de proteína.

Estudos da digestão dos nutrientes são importantes para quantificar a absorção destes nos diferentes compartimentos do trato gastrintestinal, proporcionando condições

mais adequadas de avaliação de dietas, bem como, maior eficiência de uso da dieta animal (Van Soest, 1994).

Quando se compara grupo genético é observado que bubalinos digerem melhor os alimentos que bovinos, quando são fornecidas forragens de baixa qualidade. Contudo, tais diferenças não são observadas em forragens de boa qualidade (Pradhan et al., 1997). Sendo assim, Tewatia & Bhatia (1998) comparando a atividade celulolítica e digestão em búfalos e bovinos, alimentados com palha de trigo e feno de trevo egípcio (12% de proteína bruta) verificaram que búfalos digeriram melhor ( $P < 0,01$ ) matéria seca e componente fibroso que bovinos sem nenhuma mudança no consumo voluntário.

Estudos de como a relação volumoso:concentrado influi na cinética da digestão, bem como na utilização dos alimentos, são fundamentais para formular e manipular as dietas, visando obter a máxima eficiência da mesma. De acordo com Church (1979), a proporção volumoso:concentrado pode causar alteração na digestibilidade e no aproveitamento das rações pelos ruminantes. O que tem sido verificado é que um aumento da quantidade de concentrado na ração, geralmente eleva o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB). Dias et al. (2000) observaram um aumento linear na digestibilidade aparente total da MS e PB, com quantidades crescentes de concentrado em rações para novilhos.

Batista et al. (1982) pesquisaram a digestibilidade aparente da matéria orgânica e da fibra bruta de duas rações compostas por volumosos de baixa qualidade, conduzindo a ensaios *in vitro* e utilizando líquido ruminal de novilhas Gir, Holandesas e búfalas. Quando o líquido ruminal era oriundo de novilhas alimentadas com rações à base de feno de capim-gordura (*Melinis minutiflora*), a digestibilidade da fibra foi superior para as amostras incubadas com líquido ruminal das búfalas (40,0%) e não diferiu entre as zebuínas (31,7%) e as taurinas (29,1%). Quando a alimentação foi à base de silagem de

milho, a digestibilidade da fibra bruta não diferiu entre as búfalas e as zebuínas, mas o valor observado foi superior ao observado com as taurinas (46,4% vs 40,0%). Concluíram que o fluído ruminal das novilhas búfalas reflete respostas mais elevadas na digestão da fibra bruta e matéria orgânica do que o das novilhas Gir e Holandesas.

Garcia (1982) ao estudar a digestibilidade da MS em quatro grupos genéticos (Holandês, Zebuino, ½ Holandês x Zebuino e Bubalinos) submetidos a consumo de 90 g MS/kg<sup>0,75</sup>, constatou que a digestão total não diferiu entre os grupos de animais quando trabalhou com uma ração contendo 40% de concentrado. Entretanto, quando os animais receberam uma ração com 60% de concentrado, a digestão total foi maior para os holandeses e não diferiu entre os demais grupos.

Lorenzoni (1984) trabalhando com diferentes grupos genéticos: Nelore, Holandês, ½ Holandês x Zebuino, ¾ Holandês x Zebuino, 5/8 Holandês x Zebuino e Bubalinos, não verificou influência dos grupos genéticos sobre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta. Todavia, Valadares Filho (1985) estudou a digestibilidade e os locais de digestão da MS, dos carboidratos totais digestíveis (CTD), da celulose e da hemicelulose fornecendo rações à base de feno de capim gordura, silagem de sorgo e silagem de milho nas proporções 40 e 60% na matéria seca com os mesmos grupos genéticos de novilhos. O maior coeficiente de digestibilidade da MS foi observado para os animais Nelore em relação aos bubalinos e os ½ Holandês x Zebuino, mas semelhante ao dos outros grupos.

Dois experimentos foram conduzidos visando avaliar a digestibilidade de nutrientes da silagem de palhada de *Ryegrass* adicionada de milho como dieta basal para búfalos e bovinos Hereford por Hussain & Cheeke (1996). Os valores médios obtidos de digestibilidade aparente foram maiores nos búfalos, sendo, respectivamente,

da matéria seca (47% e 40%), proteína bruta (47% e 34%), fibra em detergente neutro (47% e 41%) e fibra em detergente ácido (43% e 35%).

A diminuição do pH reduz a degradabilidade da proteína, celulose, hemicelulose e pectina, embora seus efeitos sejam menores sobre a digestão do amido. Redução do pH de 6,5 para 5,5 diminui a eficiência de síntese microbiana (Hoover & Stokes, 1991). Caso ocorra redução moderada no pH ruminal, até aproximadamente 6,0 a digestão da fibra decresce um pouco, mas o número de microrganismos celulolíticos não é normalmente influenciado. Quando o pH atinge a faixa de 5,5 a 5,0 há diminuição no número de microrganismos celulolíticos, bem como em suas taxas de crescimento, causando inibição na digestão da fibra (Hoover, 1986).

Lundri & Razdan (1980) observaram que o pH ruminal não sofreu alteração em bubalinos e bovinos alimentados com quatro teores de proteína na ração, correspondendo a 100%, 80%, 60% e 40% da exigência em proteína digestível para a manutenção, e o pH nunca ultrapassou a 7,0, sendo maior no rúmen dos bubalinos.

Owens & Goetsch (1988) ao determinar o pH do fluido ruminal de animais alimentados com rações ricas em concentrado encontraram valores entre 5,5 a 6,0, enquanto, que para os alimentados exclusivamente com volumoso 6,2 a 7,0. Estes autores concluíram também que o pH é mais baixo entre 30 minutos e 4 horas após a alimentação.

As medidas de pH do líquido ruminal executadas por Franzolin et al. (1990), em bubalinos e bovinos alimentados só com volumoso (feno de Coast cross), mostraram que o pH foi maior ( $P < 0,01$ ) na espécie bubalina (pH=6,28) que na bovina (pH=5,98). Entretanto, Nogueira Filho (1995) não observou diferença para o pH médio em bubalinos e bovinos, em um período de 24 horas, com amostragem a cada 2 horas após o arraçoamento.

A amônia é exigida por muitos microrganismos ruminais que fermentam carboidratos, alguns dos quais também requerem e/ou são estimulados por aminoácidos, peptídeos e isoácidos derivados de valina, leucina e isoleucina. O catabolismo de proteína produz amônia no rúmen. Tal fato aponta um interesse especial, pois pode ocasionar economia de proteína, através da reciclagem, assim como, problemas pelo excesso. Dessa forma, é necessário que alguma proteína seja degradada no rúmen para suprir as necessidades de peptídeos e/ou aminoácidos. A disponibilidade de carboidratos estimula o uso de amônia na síntese de aminoácidos e no crescimento microbiano (Van Soest, 1994).

A concentração de nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) no rúmen é, portanto, indispensável para o crescimento bacteriano, desde que associada a fonte de energia, e está diretamente relacionada com a solubilidade da proteína dietética e a retenção de N pelo animal (Coelho da Silva & Leão, 1979).

Hunter & Siebert (1985) citados por Valadares Filho et al. (1990), verificaram que zebuínos recebendo forragens de baixa qualidade (< 1% de N na MS), apresentaram maior concentração  $NH_3$  ruminal que os taurinos e sugeriram que os zebuínos possuem maior capacidade de reciclar N endógeno para o rúmen. Quando a comparação é feita entre zebuínos e bubalinos os valores de digestibilidade do N são superiores para o zebu ou semelhantes entre as duas espécies, porém, melhor balanço de N foi observado para os bubalinos, principalmente, quando estes foram alimentados com dieta de qualidade inferior (Kurar & Mudgal, 1981). Segundo esses autores, os zebuínos e os bubalinos exigem menor quantidade de proteína para manutenção devido a baixa perda de nitrogênio endógeno.

Franzolin (1994) citou vários trabalhos de pesquisas sobre metabolismo ruminal de búfalos e bovinos em que, no geral, os búfalos têm apresentado maiores

concentrações de ácidos graxos voláteis (ácidos acético, propiônico e butírico) e de amônia no líquido ruminal do que bovinos em diversos sistemas de alimentação. Infelizmente, a maioria desses trabalhos foram realizados em países asiáticos com alimentações típicas deste continente. Em nossas condições, Souza et al. (2000) verificaram que diferentes teores de FDN na ração não influenciaram na produção ruminal de amônia e AGV tanto em bubalinos como em bovinos. Os bovinos apresentaram maiores concentrações de total de AGV, ácido acético e ácido butírico, enquanto que, os bubalinos apresentaram maiores valores médios diários de pH e de amônia após 2 horas da alimentação.

Nagaraja & El-Shazly (1976) compararam a eficiência de produção de ácidos graxos voláteis e digestibilidade da celulose em bubalinos e zebuínos. As rações continham alto teor de concentrado (ração A) e somente volumoso (ração B). Com a ração A, a produção de protozoários ruminais foi mais alta nos zebuínos, mas, de uma forma geral os bubalinos apresentam maior produção de ácidos graxos voláteis (5,3 a 11,2 meq/100 mL de líquido ruminal) do que zebuínos (4,8 a 10,4 meq/100 mL de líquido). A digestibilidade da celulose foi semelhante, indicando populações microbianas da mesma ordem nas duas espécies de ruminantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, A.L.; HARRIS, B.JR.; VAN HORN, H.H. et al. Effects of varying forage types on milk production responses to whole cottonseed, tallow, and yeast. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.3, p.573-581, 1995.
- BARBOSA, N.G.S.; LANA, R.P.; MÂNCIO, A.B. et al. Fermentação da proteína de seis alimentos por microrganismos ruminais, incubados puros ou com monensina ou Rumensin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1316-1323, 2001.
- BATISTA, H.A.M.; AUTREY, K.M.; THIESENHAUSEN, I.M.V.V. Comparative in vitro digestibility of forages by Buffalo, Zebu and Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, v.65, n.5, p.746-751, 1982.
- BERGEN, W.G.; BATES, D.B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1465-1483, 1984.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. 1. ed. São Paulo: Campinas, 2002. 430p.
- CALLAWAY, E.S.; MARTIN, S.A. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on animal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.9, p.2035-2044, 1997.
- CHURCH, D.C. **Digestive Physiology and nutrition of ruminants**. Vol.1- Digestive physiology. 3.ed. Oxford: Oxford Press inc., 1979. 350p.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de Nutrição de Ruminantes**. Piracicaba, SP, Livrocetes. 1979. 380p
- DAWSON, K.A.; BOLING, J.A. Factors affecting resistance of monensina resistant and sensitive strains of *Bacteroides rumenicola*. **Canadian Journal of Animal Science**. v.64, p.132-133, 1984.
- DENIGAN, M.E.; NAGARAJA, T.G.; ALDHADRAMI, G. et al. Influence of feeding varying levels of Amaferm on performance of lactating dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.75, n.3, p.1616-1621, 1992.
- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F.C. et al. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F<sub>1</sub> Limosin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco teores de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.545-554, 2000.

- DINIUS, D.A.; SIMPSON, M.E.; MARSH, P.B. Effect of monensina fed with forage on digestion and the ruminal ecosystem of steers. **Journal of Animal Science**, v.42, p.229–234, 1976.
- DOMESCIK, E.J.; MARTIN, S.A. Effects of laidiomycin propionate and monensina on the in vitro mixed ruminal microorganism fermentation. **Journal of Animal Science**, v.56, n.8, p.2305-2312, 1999.
- FRANZOLIN, R. Pesquisas em nutrição de bubalinos. In: ANAIS DO II SIMPÓSIO PAULISTA DE BUBALINOCULTURA, Pirassununga, SP, 2001. **Anais...** Pirassununga, São Paulo, 2001, p.1–18.
- FRANZOLIN, R.; DEHORITY, B.A. Comparison of protozoal populations and digestion rates between water buffalo and cattle fed an all forage diet. **Journal Applied Animal Research**, v.16, n.1, p.33–46, 1999.
- FRANZOLIN, R. Feeding efficiency: a comparison between buffalo and cattle. 1994. **Buffalo Journal Supplement 2**, p.39-50.
- FRANZOLIN, R.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; ZANETTI, M.A. Avaliação dos protozoários ciliados no rúmen de búfalo e bovino. In: CONGRESSO MUNDIAL DE BUIATRIA, 14, Salvador, BA, 1990. **Anais...** Salvador, 1990, p.258-262.
- GARCIA, A.B. **Digestão parcial e total de carboidratos em quatro diferentes grupos genéticos de novilhos**. Viçosa, MG:UFV, 1982. 68p. Dissertação (mestrado em zootecnia) - Universidades Federal de Viçosa, 1982.
- GOODRICH, R.D.; GARRETT J.E.; GHAUST, D.R. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1484-1498, 1984.
- HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and protein for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.4, n.2, p.3630-3644, 1991.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.6, p.2755-2766, 1986.
- HUSSAIN, I.; CHEEKE, P.R. Evaluation of annual ryegrass straw corn juice silage with cattle and water buffalo: Digestibility in cattle vs buffalo, and growth performance and subsequent lactational performance of Holstein heifers. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.3, p.195-202, 1996.
- HUTJENS, M.F. Practical approaches to feeding the high producing dairy cow. **Animal Feed Science Technology**, v.59, p.199–206, 1996.
- IWANSKA, S.; STRUSINSKA, D.; ZALEWSKI, W. et al. Saccharomyces cerevisiae 1026 used alone or with vitamin-mineral premix on milk yield and milk composition in dairy cows. **Acta Veterinaria Hungarica**. v.47, n.1, p.41-52, 1999.
- KURAR, C.K.; MUDGAL, V.D. Maintenance requirements for protein in buffaloes. **Indian Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.817–823, 1981.
- LANA, R.P.; RUSSEL, J.B. Use of potassium depletion to assess adaptation of ruminal bacteria to ionophores. **Applied and Environmental Microbiology**, v.62, p.4499-4503, 1996.
- LORENZONI, W. R. **Estudos sobre eficiências nutritivas e qualidade da caracaça de diversos grupos genéticos de bovídeos**. Viçosa, MG: UFV, 1984. 51p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.

- LUNDRI, R.S.; RAZDAN, M.N. Efficiency of nitrogen utilization by zebus cows and buffaloes. 1. Nutrient utilization and nitrogen balances and preformed protein diets. **Tropical Agricultural**, v.57, n.1, p.123-131, 1980.
- MARTIN, S.A. Manipulation of ruminal fermentation with organic acids: a review. **Journal of Animal Science**, v.76, n.12, p.3123-3132, 1998.
- MARTIN, S.A.; NISBET, D.J. Effect of direct-fed microbials on rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.6, p.1736-1744, 1992.
- MBANZAMIHIGO, I.; VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Adaptation of rumen fermentation to monensin. **Reproduction Nutrition Development**, v.35, n.4, p.353-365, 1995.
- MEINERT, R.A. YANG, C.M.J., HEINRICHS, A.J. et al. Effect of monensin on growth, reproductive performance, and estimated body composition in holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.1, p.257-261, 1992.
- NAGARAJA, M.A.; el-SHAZLY, K. Activities of rumen microorganisms in water búfalo and zebu cattle. **Journal of Dairy Research**, v.36, n.1, p.169-173, 1976.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient requirements of beef cattle*, Washington, D.C.: 1996. 242p.
- NEWBOLD, C.J.; WALLACE, R.J.; CHEN, X.B. et al. Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers *in vitro* and in sheep. **Journal of Animal Science**. v.73, n.2, p.129-134, 1995.
- NOGUEIRA FILHO, J.M.C. **Estudo da degradabilidade in situ e de protozoários ciliados com zebuínos da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) e búfalos (*Bubalus bubalis*) submetidos a dietas com volumosos e concentrados**. Pirassununga, SP: FZEA, 1995. 144p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/Universidade de São Paulo, 1995.
- OLIVEIRA, J.S.; LANA, R.P.; BORGES, A.C. et al. Efeito da monensina e extrato de própolis sobre a produção de amônia e degradabilidade in vitro da proteína bruta de diferentes fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.504-510, 2004.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood cliffs. O & Books Inc. 1988, p.146-171.
- PRADHAN, K.; BHATIA, S.K.; SANGWAN, D.C. Feed consumption pattern, ruminal degradation, nutrient digestibility and physiological reactions in buffalo and cattle. **Indian Journal of Animal Sciences**, New Delhi, v.67, n.2, p.149-151, Feb. 1997.
- PUTMAN, D.E.; SCAWAB, C.G.; SOCHA, M.T. et al. Effect of yeast culture in the diets of early lactation dairy cows on ruminal fermentation and passage of nitrogen fractions and amino acids to the small intestine. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 2, p. 374 - 384, 1997.
- RUMPLER, W.V.; JOHNSON, D.E.; BATES, D.B. The effect of high dietary cation concentration on methanogenesis by steers fed diets with and without ionophores. **Journal of Animal Science**, v.62, p.1737-1741, 1986.
- RUSSELL, J.B. Bacteria: mechanisms of ionophoreaction in ruminal bacteria. In: SYMPOSIUM SCIENTIFIC UP DATE ON RUMENSIN/TYLAN FOR THE

- PROFESSIONAL FEEDLOT CONSULTANT, 1996, Amarillo, TX, Indianapolis, IN, **Proceedings...** Indianapolis: Elanco Animal Health, 1996, p. E1 – E19.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effects of additives on *in vitro* ruminal fermentation: A comparison of monensin and bacitracin, another gram-positive antibiotic. **Journal of Animal Science**, v.66, p.552–558, 1988.
- RUSSELL, J.B. A Proposed mechanism of monensin action in inhibiting ruminal bacterial growth: Effects on ion flux and protonmotive force. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1519–1525, 1987.
- RUSSELL, J.B.; MARTIN, S.A. Effects of various methane inhibitors on the fermentation of amino acids by mixed rumen microorganisms *in vitro*. **Journal of Animal Science**, v.59, p.1329–1338, 1984.
- SIMAS, J.M.; NUSSIO, C.M. Uso de aditivos para vacas leiteiras. In: ANAIS DO SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 1, Lavras, MG, 2000. **Anais...** Lavras, 2000, p.1-15.
- SOUZA, N.H.; FRANZOLIN, R.; RODRIGUES, P.H.M. et al. Efeitos de teores crescentes de fibra em detergente neutro na dieta sobre a digestão ruminal em bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1565–1577, 2000.
- SPEARS, J.W. Ionophores and Nutrient Digestion and Absorption in ruminants. **Journal of Nutrition**, v.120, p.632–638, 1990.
- TEWATIA, B.S.; BHATIA, S.K. Comparative ruminal biochemical and digestion related physiological characteristics in buffaloes and cattle fed a fibrous diet. **Buffalo Journal**, v.14, n.2, p.161-170, 1998.
- VAN DER WERF, J.H.J.; JONKER, L.J.; OLDENBROEK, J.K. Effects of monensin on milk production by Holstein and Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.427–433, 1998.
- VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D. I. Effect of monensin on rumen metabolism *in vitro*. **Applied Environment Microbiology**, v.34, p.251–257, 1977.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.
- VALADARES FILHO, S.C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1985. 147p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1985.
- VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. et al. Digestão total e parcial da matéria seca, matéria orgânica e carboidratos em novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.5, p.416-423, 1990.
- WANAPAT, M.; NGARMSANG, A; KORKHUNTOT, S. et al. A comparative study on the rumen microbial population of cattle and swamp buffalo raised under traditional village conditions in the northeast of Thailand. **Journal of Animal Sciences**, v.13, n.7, p.918–921, 2000.
- WALLACE, R.J. Ruminal microbiology, biotechnology, and ruminant nutrition. **Journal of Animal Science**. v.72, n.11, p.2992-3003, 1994.

- WILLIAMS, P.E.V.; TAIT, C.A.G.; INNES, G.M. et al. 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. **Journal of Animal Science**, v.69, n.7, p.3016-3026, 1991.
- 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, n.4, p.1345-1400, 1998.

## II - OBJETIVOS GERAIS

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ionóforo (monensina sódica - Rumensin<sup>®</sup>), probiótico (levedura + selênio + cromo - Beef Sacc<sup>®</sup>) e antibiótico promotor de crescimento (bacitracina de metileno disalicilato - BMD<sup>®</sup>) sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), digestibilidade total e parcial, parâmetros ruminais (pH, nitrogênio amoniacal e ácidos graxos voláteis) e degradabilidade ruminal *in situ* de rações com diferentes teores de concentrado em bubalinos e bovinos.

### **Aditivos vs Teores de Concentrado na Ração de Bubalinos e Bovinos: Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca**

RESUMO: O presente trabalho foi conduzido para avaliar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) utilizando-se o líquido ruminal de bubalino e bovino, e consistiu de um fatorial de 5 x 3 teores crescentes de concentrado: 0%, 5%, 10% 20% e 50% e ausência ou presença de aditivos: testemunha, com ionóforo (monensina sódica – Rumensin®) ou probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* + selênio + cromo – Beef-sacc®). Ainda, foi avaliado o efeito isolado dos aditivos: ionóforo, probiótico e antibiótico promotor de crescimento (Bacitracina de metileno disalicilato – BMD®) e a combinação destes sobre a DIVMS sendo utilizada a mesma formulação da ração com 50% de concentrado e 50% de volumoso. Para o efeito isolado e combinatório entre aditivos foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 8 tratamentos (testemunha, ionóforo, probiótico, antibiótico, ionóforo + probiótico, ionóforo + antibiótico, probiótico + antibiótico e ionóforo + probiótico + antibiótico) e 4 repetições. Em ambas espécies houve interação ( $P < 0,01$ ) para os teores crescentes de concentrado e aditivos. Na espécie bubalina, a ração com ionóforo diferenciou-se das demais por apresentar efeito quadrático, sendo o valor máximo para a DIVMS de 64,8%, para 41,9% de concentrado. Para a espécie bovina, os estudos *in vitro*, mostraram superioridade da adição de probiótico em relação à adição de ionóforo em rações com até 50% de concentrado. Entretanto, para o efeito isolado e combinatório entre aditivos em rações com 50:50 volumoso:concentrado, as combinações nem sempre apresentaram-se superiores aos efeitos isolados das rações com ausência ou presença de aditivos em ambas espécies.

Palavras-chave: antibiótico, búfalos, combinação de aditivos, digestibilidade *in vitro*, levedura, monensina sódica

**Additives vs Concentrate Levels in the Bubaline and Bovine Rations: Dry Matter  
*in vitro* Digestibility**

**ABSTRACT:** The present work was carried to evaluate the dry matter *in vitro* digestibility (IVDMD) using the bubaline and bovine ruminal liquid, and it consisted of a 5 x 3 factorial the growing levels of concentrate: 0%, 5%, 10% 20% and 50% and absence or presence of additives: control, with ionophore (sodic monensina – Rumensin®) or probiotic (Saccharomyces cerevisiae + selenium + chrome – Beef-sacc®). The isolated effect of the additives: ionophore, probiotic and growth promoting antibiotic (bacitracina - BMD®) and the combination of these on a IVDMD were evaluated using the same ration formulation with 50% of roughage and 50% of concentrate. For the isolated and combined effects between additive it was used a completely randomized design with eight treatments (control, ionophore, probiotic, antibiotic, ionophore + probiotic, ionophore + antibiotic, probiotic + antibiotic, ionophore + probiotic + antibiotic) and four repetitions. In both species there was interaction ( $P < 0.01$ ) for the growing concentrate level and additives. In the bubaline specie, the ration with ionophore differed from the others for presenting a quadratic effect, being the maximum IVDMD value of 64.8%, to the 41.9% of concentrate. For the bovine specie, the *in vitro studies*, the showed superiority of the probiotic addition related to the ionophore addition in rations with up to 50% of concentrate. However to the isolated and combined effect among additives in rations with 50:50 roughage:concentrate, the combinations did not always are higher to the isolated effects of the rations with additives absence or presence in both species.

**Key words:** additives combination, antibiotic, buffalo, *in vitro* digestibility, yeast, sodic monensin

## Introdução

A adição de produtos capazes de controlar ou modificar o padrão de fermentação no rúmen, de modo a se obter maiores teores de produção e/ou manter saúde animal, vem se mostrando uma estratégia importante na alimentação de animais especializados (Russell & Adam, 2003).

Porém lacunas permanecem ao uso de aditivos, especialmente em condições de animais em pastejo. Além disto os efeitos da combinação de ionóforos com outras substâncias capazes de alterar padrões fermentativos e absorptivos é pouco conhecido, principalmente se pensarmos em suas utilizações em bubalinos.

Diferenças entre búfalos e zebus e entre zebuínos e taurinos são verificadas quando dietas de qualidade inferior são oferecidas, pois com dietas de melhor qualidade não se observou diferença entre as espécies (Kennedy, 1982). Batista et al (1982) relataram que búfalos têm uma maior capacidade de digerir rações com maiores teores de fibra e menores de proteína que bovinos. Pradhan et al. (1997) também observaram que os bubalinos apresentaram maiores coeficientes de digestão que os bovinos, quando a forragem era de baixa qualidade. Alguns autores atribuem algumas vantagens aos búfalos sobre bovinos na utilização de alimentos fibrosos, devido ao menor movimento ruminal em búfalos, bem como um maior tempo de exposição à ação dos microrganismos (Sharma, 1988; Bartocci, et al., 1997).

O rúmen contém uma das mais variáveis e densas populações de microrganismos conhecida na natureza que mantém relação simbiótica com o hospedeiro formada por bactérias, protozoários e fungos, sendo o pH de fundamental importância para manutenção das diferentes espécies de microrganismos no rúmen. Portanto, há dois grupos básicos de bactérias que se desenvolvem em vários pHs: digestoras de fibras que

são mais ativas em pH variando de 6,2 a 6,8, e digestoras de amido que preferem um ambiente mais ácido, em pH entre 5,2 a 6,0.

A possibilidade da utilização de nutrientes diferentemente entre as espécies de ruminantes tem sido investigada visando à obtenção de conhecimentos do comportamento digestivo desses ruminantes sob mesma alimentação (Bhatia et al., 1979; Sangwan et al., 1987). De acordo com Nour et al. (1979) e Langar et al. (1984) os búfalos manifestaram características fisiológicas diferentes dos bovinos e importantes diferenças no metabolismo ruminal têm sido observadas entre ambas espécies, alimentadas principalmente com dietas pobres em proteína (8% a 10% de PB) a base de volumosos de baixa qualidade (Bhatia et al., 1992).

Há grande variação na população de protozoários ciliados no rúmen em diferentes espécies de ruminantes e mesmo entre animais de uma mesma espécie. De acordo com Dehority (1991), as espécies de protozoários pertencentes ao gênero *Entodinium*, predominam na fauna ruminal da maioria dos ruminantes localizados em diferentes países, chegando a compreender entre 80% a 90% da população total. Entretanto, búfalos têm apresentado proporção equitativa ou ainda mais elevada dos protozoários pertencentes aos gêneros da subfamília Diplodiniinae que incluem, *Diplodinium*, *Ostracodinium*, *Eudiplodinium*, *Metadinium*, *Polyplastron* e outros, em relação aos ciliados do gênero *Entodinium* em diversos sistemas alimentares (Franzolin 1994).

Wanapat et al. (2000) procederam um estudo sobre a população microbiana no rúmen comparativamente entre bovinos e búfalos do pântano criados em condições tradicional de vilarejos no nordeste da Tailândia. Foram utilizados os conteúdos ruminais de 20 animais de cada espécie logo após o abate para contagens de bactérias, protozoários e zoósporos de fungos. A população total de bactérias foi mais elevada nos búfalos que nos bovinos (1,6 vs 1,36 x 10<sup>8</sup> células/mL), enquanto que, a população de

protozoários ciliados foi menor com menor concentração de holotricos e entodiniomorfos em búfalos. Os bubalinos apresentaram maior concentração de zoósporos de fungos com um valor médio de  $7,30 \times 10^6$  contra  $3,78 \times 10^6$  nos bovinos.

A relação volumoso:concentrado da dieta também parece determinar o efeito das leveduras. Carro et al. (1992), trabalhando com equipamento Rusitec® e diferentes teores de concentrado, observaram que os efeitos benéficos da adição de leveduras sobre os parâmetros da fermentação e degradação da fibra se manifestaram com o maior teor de concentrado (70%). Todavia, Poos et al. (1979) registraram que a monensina diminuiu a digestibilidade da fibra ou da MS quando utilizaram animais ou inóculos, quando em experimentos *in vitro*, não adaptados a este produto.

Para estudar as alterações dos processos metabólicos ou condições fermentativas e absorptivas ao longo do trato digestório dos animais, provocados por diferentes teores de concentrado na ração, ofertados aos animais na prática, e com a inclusão de aditivos, o nutricionista faz uso de técnicas laboratoriais através do rúmen artificial (digestibilidade *in vitro* da matéria seca - DIVMS), para antecipar e predizer o provável desempenho animal *in vivo*. O uso de tubos de ensaio com o objetivo de simular todas as condições ruminais, vem trazer aos pesquisadores científicos importantes informações e contribuições, aliadas ao baixo custo econômico, ao curto período de tempo e principalmente, preocupando-se com a ética e o respeito aos animais (Kamalamma, et al. 1996).

Desta forma o presente trabalho teve como objetivos avaliar o efeito da presença de ionóforo e do probiótico para diferentes teores de concentrados na ração (0%, 5%, 10%, 20% e 50%) sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria (DIVMS) para bubalinos e bovinos. Ainda avaliou-se o efeito isolado e combinado dos aditivos (ionóforo,

probiótico e antibiótico promotor de crescimento) sobre a DIVMS de rações com 50% de volumoso e 50% de concentrado para bubalinos e bovinos.

### **Material e Métodos**

#### *Local:*

O experimento *in vitro* foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte da Fazenda Experimental de Iguatemi e no Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, ambas instalações pertencentes à Universidade Estadual de Maringá.

#### *Animais e instalações:*

Foi utilizado líquido ruminal de um búfalo (raça Murrah) e de um bovino (raça Holandesa) com peso vivo médio de 400 kg, castrados e portadores de cânulas de rúmen. Os animais foram mantidos em baias individuais cobertas, providas de comedouro e bebedouro, com piso de concreto, e com as laterais fechadas com madeira para evitar acidentes.

#### *Aditivos:*

Os aditivos utilizados foram classificados segundo Butolo (2002) de acordo com o modo de ação específico, princípios ativos e nome comercial como: ionóforo – 10% monensina sódica – Rumensin<sup>®</sup>, probiótico – levedura (*Saccharomyces cerevisiae* 5 x 10<sup>6</sup> ufc/g + selênio 50 mg + cromo 300 mg) – Beef - sacc<sup>®</sup> e antibiótico promotor de crescimento – bacitracina de metileno disalicilato – BMD<sup>®</sup>.

#### *Alimentos e rações experimentais:*

Os alimentos utilizados para compor as rações experimentais avaliadas *in vitro* foram o feno de capim estrela (*Cynodon plectostachyus*), milho e farelo de soja. A composição química dos alimentos pode ser observada na Tabela 1.

Foi balanceada uma ração de acordo com o NRC (2001), para apresentar 12% de proteína bruta (PB) e 68% de nutrientes digestíveis totais (NDT) com uma relação

volumoso:concentrado de 50:50. Outras quatro rações com 0%, 5%, 10% e 20% de concentrado foram formuladas, e as composições percentuais e químicas encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1 – Composição química dos alimentos (% MS)<sup>1</sup>

*Table 1 - Chemical composition of the ingredients (%DM)<sup>1</sup>*

Alimentos	%MO	%PB	%FDN	%FDA	%EE	%MM	%NDT
<i>Ingredients</i>	<i>%OM</i>	<i>%CP</i>	<i>%NDF</i>	<i>%ADF</i>	<i>%EE</i>	<i>%MM</i>	<i>%TDN</i>
Feno de capim estrela <i>Star hay</i>	93,61	9,62	77,95	41,02	1,14	6,39	53,00
Milho moído <i>Corn ground</i>	98,73	11,00	17,83	4,23	3,44	1,27	81,00
Farelo de Soja <i>Soybean meal</i>	93,74	50,84	11,51	6,72	2,41	6,26	82,00

<sup>1</sup> MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; EE= extrato etéreo; MM= matéria mineral; NDT= nutrientes digestíveis totais

<sup>1</sup> DM = dry matter; OM= organic matter; CP= crude protein; NDF= neutral detergent fiber; ADF= acid detergent fiber; EE= ether extract; MM= Ash; TDN= total digestible nutrients

Para avaliar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), constituiu-se um fatorial (3x5), ausência ou presença de aditivos (sem aditivo – ração testemunha; adição de ionóforo e adição de probiótico) e teores de concentrado (0%, 5%, 10% 20% e 50%), para compor 15 rações experimentais. Os teores de concentrados utilizados tiveram como objetivo simular a suplementação a pasto e as rações utilizadas em confinamento observadas na prática. O teor 0% de concentrado representou um ambiente ruminal de um animal alimentado com volumoso + sal mineral, os teores intermediários de 5%, 10% e 20% simularam volumoso + suplementação e o teor de 50% de concentrado representou uma ração de confinamento para animais em crescimento.

Também foram avaliados os efeitos isolados dos aditivos (ionóforos, probióticos e antibiótico promotor de crescimento) e a combinação destes sobre a DIVMS para a ração com teor de 50% de concentrado e 50% de volumoso (Tabela 2). Desta forma, foram determinadas a DIVMS da ração testemunha (sem aditivo), das rações com ionóforo, com probiótico, com antibiótico, com ionóforo + probiótico, com ionóforo +

antibiótico, com probiótico + antibiótico, com ionóforo + probiótico + antibiótico perfazendo um total de 8 rações experimentais.

Tabela 2 - Composição percentual e química das rações experimentais (expresso em %MS) utilizadas na determinação da digestibilidade *in vitro* da MS.

Table 2 – Percentual and chemical composition of experimental diets (express in dry matter percentage) used in the dry matter “*in vitro*” digestibility determination.

Alimentos <i>Ingredients</i>	Teor de concentrado na dieta (%) <sup>1</sup>				
	<i>Concentrate level in the diet (%)<sup>1</sup></i>				
	0% <sup>1</sup>	5% <sup>1</sup>	10% <sup>1</sup>	20% <sup>1</sup>	50% <sup>1,2</sup>
Feno de capim estrel a <i>Star hay</i>	100	95,00	90,00	80,00	50,00
Milho moído <i>Corn ground</i>	-	4,17	8,34	16,68	41,72
Farelo de Soja <i>Soybean meal</i>	-	0,72	1,45	2,91	7,28
Mineral Comercial <i>Salt</i>	-	0,1	0,2	0,4	1,00
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Nutrientes <i>Nutrients</i>	0%	5%	10%	20%	50%
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	9,62	9,96	10,31	11,01	13,10
Fibra em detergente neutro <i>neutral detergent fiber</i>	77,95	74,88	71,81	64,18	47,25
Fibra em detergente ácido <i>acid detergent fiber</i>	41,02	39,19	37,36	33,71	22,76
Extrato etéreo <i>ether extract</i>	1,14	1,24	1,35	1,56	2,18
Matéria mineral <i>Ash</i>	6,39	6,17	5,95	5,51	4,18
Nutrientes digestíveis totais <i>Total digestible nutrients</i>	53,00	54,32	55,64	58,30	66,26

<sup>1</sup> Para cada teor de concentrado nas rações foi adicionado rumensin<sup>®</sup> (1,6 mg), beef – sacc<sup>®</sup> (4,1 mg), em volume de 50 ml (tubos de ensaio) e perfazendo para cada teor 3 rações experimentais: testemunha, Rumensin<sup>®</sup> e Beef – sacc<sup>®</sup>.

<sup>2</sup> Para o teor de 50% de concentrado avaliou-se o efeito isolado e combinado dos aditivos: testemunha, Rumensin<sup>®</sup> (1,6 mg), Beef – sacc<sup>®</sup> (4,1 mg) e BMD<sup>®</sup> (0,5 mg).

<sup>1</sup> For each concentrate level in the rations was added Rumensin<sup>®</sup> (1,6 mg), Beef - sacc<sup>®</sup> (4,1 mg), in volume of 50 ml (tube) and doing for each level 3 experimental rations: control, Rumensin<sup>®</sup> and Beef - sacc<sup>®</sup>.

<sup>2</sup> At the of 50% concentrate level, the isolated and combined effect of the additive was evaluated: control, Rumensin<sup>®</sup> (1,6 mg), Beef - sacc<sup>®</sup> (4,1 mg) and BMD<sup>®</sup> (0,5 mg).

#### *Determinação dos valores energéticos da ração:*

A determinação dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) do farelo de soja, milho e da silagem de milho baseou-se na composição dos alimentos, utilizando a

equação para alimentos protéicos, energéticos e para silagem de milho a equação de alimentos volumosos, segundo Kearn (1982).

$$\%NDT = 40,3227 + 0,5398\%PB + 0,4448\%ENN + 1,4218\%EE - 0,7007\%FB$$

$$\%NDT = 40,2625 + 0,1969\%PB + 0,4228\%ENN + 1,1903\%EE - 0,1379\%FB$$

$$\%NDT = -17,2649 + 1,2120\%PB + 0,8352\%ENN + 2,4637\%EE + 0,4475\%FB$$

em que: PB= proteína bruta, ENN= extrativo não nitrogenado, EE= extrato etéreo, FB= fibra bruta.

*Digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS):*

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca das rações experimentais foram determinados pela digestibilidade *in vitro* de acordo com a metodologia de Baumgardt, 1962 citado por Silva & Queiroz (2002).

Além das rações experimentais, com quatro repetições de campo e duplicatas para cada repetição, foram adicionados três controles (branco) e três forragens índice durante os processos de incubação com a finalidade de se avaliar o efeito de qualquer interferência que possa ocorrer durante o período de fermentação.

A dosagem dos aditivos adicionados nos tubos de ensaio foi proporcional a dosagem recomendada pelo fabricante (para o ionóforo que possui 10% de monensina sódica, o indicado foi de 2 g/animal/dia de Rumensin<sup>®</sup>; para o probiótico o indicado foi de 5 g/animal/dia – Beef - sacc<sup>®</sup> e para o antibiótico promotor de crescimento que possui 11% de bacitracina metileno disalicilato, o indicado foi de 0,64 g/animal/dia de BMD<sup>®</sup>. Foi considerado um animal de peso vivo médio de 400 kg e volume de rúmen de 60 litros (15% do peso vivo) e proporcionalmente os aditivos foram adicionados ao volume de 50 ml dos tubos de ensaio. O ionóforo foi adicionado na dosagem de 1,6 mg/tubo, o probiótico na dosagem de 4,1 mg/tubo e o antibiótico promotor de crescimento na dosagem de 0,5 mg/tubo.

Foram utilizados os líquidos de rúmen de um bubalino e um bovino, recebendo uma dieta com 22 kg de silagem de milho e 3,5 kg de concentrado a base de farelo de soja e milho moído. O líquido ruminal coletado (2 litros) era acondicionado em uma garrafa térmica, até a chegada ao laboratório onde este era filtrado com quatro camadas de gaze, depois era misturado a uma solução de saliva artificial e imediatamente utilizado. O pH foi monitorado durante o período que precedeu a incubação.

A saliva artificial era preparada da seguinte forma, primeiramente eram feitas a solução tampão de McDougall ( $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ) e mais duas outras soluções, sendo uma de uréia (5,5 g/100 mL de  $\text{H}_2\text{O}$  destilada) e outra de glicose (5,5 g/100 ml  $\text{H}_2\text{O}$  destilada), descritas por Silva & Queiroz (2002). Um dia antes da fermentação *in vitro*, era adicionado a cada 300 mL da solução de McDougall, 5 mL da solução tampão de uréia e 5 ml da solução tampão de glicose permanecendo em uma estufa a 39°C até a sua utilização.

A cada tubo eram adicionados 50 mL da mistura (25 mL de líquido ruminal e 25 mL de saliva artificial), logo após era acrescentado  $\text{CO}_2$  sobre a superfície dos tubos e fechado imediatamente (rolhas de borracha equipadas com válvula de Bünsen). Posteriormente, eram incubados em banho-maria a 39°C com agitação constante durante 48 h. Após a fermentação eram adicionados 2 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2N (1 mL + 1 mL), com o intuito de interromper a atividade microbiana e, em seguida, centrifugada a 2500 rpm por 15 min. Após a centrifugação foi retirado o sobrenadante e os tubos com os resíduos foram colocados na estufa, a 105°C, onde permaneceram por 24 h, depois os tubos foram colocados em um dessecador onde permaneceram até esfriarem, para posterior pesagem.

A determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), segue a fórmula descrita por Baumgardt, 1962 descrito por Silva & Queiroz (2002).

*Determinação da DIVMS:*

$$DIVMS = 100 \times \frac{\text{g/MS na Amostra} - (\text{g/MS residual} - \text{g/MS do branco})}{\text{g/MS na Amostra}}$$

*Análises estatísticas:*

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 (ausência ou presença de aditivos: testemunha, ionóforo e probiótico e 5 teores de concentrado) com 4 repetições, sendo os dados observados submetidos a análise de variância e regressão no aplicativo SAS 8.01, utilizando o seguinte modelo estatístico:

Em que:

$$Y_{ij} = \mu + E + A_i + b_1(N_j) + b_2(N_j)^2 + A_iN_j + A_iE_j + E_iN_j + e_{ijk}$$

$Y_{ij}$  = Observação do tratamento i (aditivos: testemunha, ionóforo e probiótico) em função dos teores de concentrado j (0%, 5%, 10%, 20% e 50%);  $\mu$  = constante geral da variável; E = efeito da espécie (bubalina e bovina);  $A_i$  = efeito dos aditivos;  $b_1$  e  $b_2$  = Coeficiente linear e quadrático, respectivamente de regressão, da variável Y em função dos teores de concentrado;  $A_iN_j$  = efeito da interação entre  $A_i$  (aditivos) e  $N_j$  (teores de concentrado);  $A_iE_j$  = efeito da interação entre  $A_i$  (aditivos) e  $E_j$  (espécie animal);  $E_iN_j$  = efeito da interação entre  $E_i$  (espécie animal) e  $N_j$  (teores de concentrado);  $e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação.

Para a avaliação do efeito da presença de aditivos e suas combinações em rações com 50% de concentrado foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 8 tratamentos (testemunha, ionóforo, probiótico, antibiótico, ionóforo + probiótico, ionóforo + antibiótico, probiótico + antibiótico, ionóforo + probiótico + antibiótico) e 4 repetições, sendo os dados observados submetidos à análise de variância no aplicativo SAS 8.01, utilizando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + E + A_iE_i + e_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Observação do tratamento  $i$ ;  $\mu$  = média geral;  $A_i$  = efeito do aditivo;  $E_i$  = efeito da espécie;  $A_iE_i$  = Efeito da interação entre  $A_i$  (aditivos) e  $E_j$  (espécie);  $e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação.

### Resultados e Discussão

Os valores médios observados para digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das rações experimentais com teores crescentes de concentrado (0%, 5%, 10%, 20% e 50%) e a presença ou não de aditivos (testemunha, com ionóforo e com probiótico) para bubalinos e bovinos se encontram na Tabela 3. As equações de regressão para a DIVMS das rações experimentais que melhor explicam a interação ( $P < 0,01$ ) teores de concentrado e aditivos para bubalinos e bovinos estão mostradas na Tabela 4 e Figura 1.

Tabela 3 - Médias observadas para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) em função dos teores de concentrado e aditivos para bubalinos e bovinos  
 Table 3 – Observed means to the dry matter “in vitro” digestibility (DIVMS) in function of concentrate and additives levels for bubaline and bovine

Teores de concentrado <i>Concentrate crude</i>	Bubalino <i>Bubaline</i>			Bovino <i>Bovine</i>		
	testemunha <i>control</i>	ionóforo <i>ionophore</i>	probiótico <i>probiotic</i>	testemunha <i>control</i>	ionóforo <i>ionophore</i>	probiótico <i>probiotic</i>
0%	43,2	39,7	43,5	45,4	33,5	49,1
5%	48,5	51,3	49,5	48,5	35,1	51,0
10%	52,3	54,5	50,8	50,8	38,9	54,9
20%	56,2	74,3	57,8	53,2	42,7	58,3
50%	69,5	59,3	70,2	61,3	61,7	69,3

Houve interação ( $P < 0,01$ ) para os teores de concentrados e aditivos nas duas espécies estudadas. Nos bubalinos, as rações testemunha (sem adição de aditivos) e com a presença de probiótico apresentaram comportamentos lineares crescentes sobre a DIVMS com o aumento dos teores de concentrado adicionados às rações. Todavia, para a ração com ionóforo e teores crescentes de concentrados verificou-se efeito quadrático, sendo o valor máximo para a DIVMS de 64,8%, para 41,9% de concentrado e após este teor houve um decréscimo na DIVMS. A presença de ionóforo na ração propiciou os

maiores coeficientes de digestibilidade da matéria seca, para teores de concentrado acima de 10%, em relação às rações sem aditivos ou com a presença de probiótico, onde a partir de 42% de concentrado a ração com ionóforo tornou-se menos digestível que as demais como observado na Figura 1. Ainda, para a espécie bubalina o uso de probiótico para os diferentes teores de concentrado utilizados respondeu de forma semelhante às rações sem aditivos, como demonstrado pela sobreposição das curvas (Figura 1).

Tabela 4 - Equações de regressão ajustadas para a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) em função dos teores de concentrados e aditivos para bubalinos e bovinos e seus valores de máximo (Máx.).

Table 4 – Regression equations adjusted to the dry matter “in vitro” digestibility (DIVMS) in function of concentrate and additives levels for bubaline and bovine and maximum (Max) values.

Espécies <i>specie</i>	Rações <i>Diets</i>	Equações de regressão <i>Regression equations</i>	Max.	R <sup>2</sup>
	testemunha <i>control</i>	DIVMS= 35,8607 +6,03725 (X)	-	92%
Bubalino <i>Bubaline</i>	ionóforo <i>ionophore</i>	DIVMS= 18,8003+21,9401(X) –2,6184 (X <sup>2</sup> )	41,9%	90%
	probiótico <i>probiotic</i>	DIVMS= 35,8992 + 6,15975 (X)	-	91%
	testemunha <i>control</i>	DIVMS= 40,8880 + 3,6535 (X)	-	91%
Bovino <i>Bovine</i>	ionóforo <i>ionophore</i>	DIVMS= 23,1582 + 6,4072 (X)	-	94%
	probiótico <i>probiotic</i>	DIVMS= 42,1665 + 4,7915 (X)	-	89%

X = representa os teores de concentrado de forma algorítmica, ou seja, 1, 2, 3, 4, e 5 equivale a 0%, 5%, 10%, 20% e 50% dos teores de concentrado na ração. Max: valor máximo de concentrado.

X= represent the concentration level in the algaritimic form, 1, 2, 3, 4, 5 is 0%, 10% and so on. Max: maximum value at concentrate level.

Entretanto, quando se usou líquido ruminal de bovinos, foi observado um comportamento linear crescente para a ração com a presença de ionóforo, semelhante às rações testemunha (com ausência de aditivo) e com a presença de probiótico, à medida que aumentaram os teores de concentrado. Os valores médios observados para a DIVMS (Tabela 3) para as rações sem aditivos, nos teores crescentes de 0% a 50% de concentrado, variaram de 45,4% a 61,3%, para as rações com a presença de ionóforo variaram de 33,5% a 61,7% e para as rações com probiótico variaram de 49,1 a 69,3%. Verificou-se para a ração com ionóforo em relação às rações com probiótico e sem

aditivos, valores mais baixos nos teores de 0%, 5%, 10% e 20% de concentrado, igualando-se somente para a ração com 50% de concentrado e 50% de volumoso.

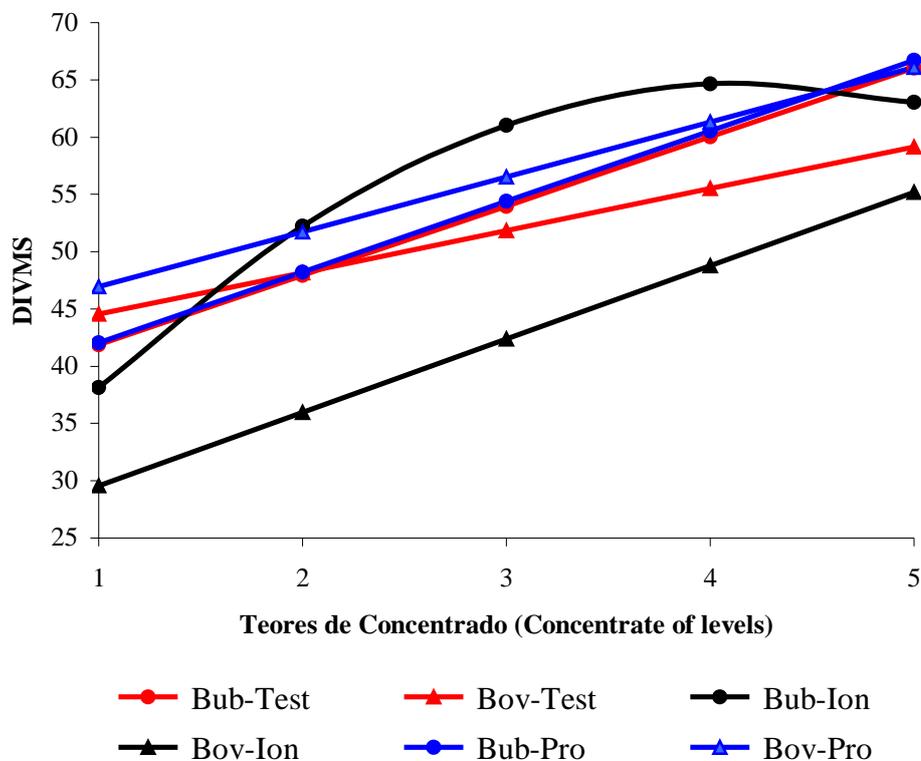


Figura 1 - Médias estimadas para a DIVMS (Y) em função dos teores de concentrado (X) na ausência de aditivos (testemunha), com presença de ionóforo e com a presença de probiótico para as espécies bubalina e bovina.

Figure 1 - Estimated means to the DIVMS (Y) in function of the concentrate (X) levels and additive absence (control), with ionophore presence and probiotic to the bubaline and bovine species.

Na espécie bovina, a adição de probiótico as rações com 0%, 5%, 10%, 20% e 50% de concentrado em relação às rações sem aditivos resultou em aumentos na DIVMS. O que pode ser explicado pela adição do produto contendo levedura que teve efeito positivo na fermentação microbiana em todas as situações simuladas, no ambiente ruminal de um animal alimentado somente com o volumoso, volumoso + suplementação (5%, 10% e 20% de concentrado) e ração para confinamento (50:50 volumoso:concentrado).

Em ambas as espécies, com relação às rações com teores de concentrado e sem aditivos (testemunha), verificou-se aumentos na DIVMS à medida que teores de concentrado foram crescentes, o que já era de se esperar, haja vista que a ração contendo somente o volumoso, feno de estrela, apresentou teores de PB de 9,62% e de FDA de 41,02%, e variaram, para 13,10% de PB e 22,76% de FDA com adição de 50% de concentrado (Tabela 2). O aumento do teor de concentrado propiciou rações mais digestíveis.

Foi observado que para o teor de 0% de concentrado, a presença de ionóforo para a espécie bubalina foi prejudicial. Contudo, verificou-se efeito positivo do ionóforo sobre a DIVMS de rações com 5% a 20% de concentrado, ou seja, dietas ricas em volumoso, mas com suplementação. Entretanto, houve uma redução na digestão da matéria seca para o teor de 50% de concentrado, sendo inferior as rações testemunha e com probiótico. Efeito diferente foi verificado na digestibilidade *in vitro* da MS para a espécie bovina, onde a presença de ionóforo foi prejudicial em qualquer um dos teores de concentrado, simulando dietas apenas com volumoso, volumoso + suplementação e dietas ricas em concentrado.

A presença de probiótico nas rações com teores acima de 20% de concentrado propiciou DIVMS semelhante entre as espécies, e em teores inferiores foi superior para os bovinos.

Segundo Nicodemo (2001), o uso de ionóforos tem por objetivo manipular a fermentação ruminal, aumentando os teores de ácido propiônico e diminuindo a liberação de gás metano. Portanto, quando se utilizou o ionóforo e aumentou o teor de concentrado para a espécie bubalina foi verificado que a maior DIVMS de 64,8% foi obtida com 41,9% de concentrado. O ionóforo através de seu princípio ativo monensina sódica atua reduzindo o desenvolvimento das bactérias gram-positivas no rúmen,

principais degradadoras da fração fibrosa, favorecendo a multiplicação das bactérias gram-negativas (Adams et al. 1995; Martin, 1998; Domescik & Martin, 1999; Oliveira et al. 2004), o que pode explicar a maior DIVMS, nos teores intermediários de concentrado (teores de 5%, 10% e 20% de concentrado), se comparado à testemunha nos mesmos teores. Contudo, para o maior teor de concentrado, verificou-se queda na DIVMS quando da adição de ionóforo. Para Nagaraja et al. (1982) e Plazier et al. (2000), o fornecimento de rações com alta quantidade de grãos, torna a dieta altamente fermentescível, podendo diminuir o pH. Desta forma, a inclusão de ionóforo, através de seu princípio ativo monensina sódica, é capaz de diminuir a produção de ácido láctico, portanto, contribuindo para elevação do pH, e assim as bactérias digestoras de amido (preferem ambiente com pH entre 5,2 a 6,0), tornam-se menos ativas, com o aumento de pH.

Segundo McGuffey et al. (2001), Restle (2001) e Oliveira et al. (2004), a monensina altera a fermentação ruminal de tal forma que a razão propionato/acetato é aumentada. Há trabalhos que mostram que bovinos confinados recebendo dieta com alto teor de volumosos, melhoram o ganho de peso e a conversão alimentar ao receberem ionóforos (Johnson Jr. et al., 1988; Stock & Mader, 1998).

Todavia, utilizando as mesmas rações experimentais, porém usando líquido de rúmen de bovino, verificou-se que a adição de ionóforo em rações com até o teor de 20% de concentrado, a DIVMS foi inferior as rações sem adição de aditivos e com a presença de probiótico. Entretanto, entre as rações com teor de 20% e 50% de concentrado, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca no bovino para a adição de ionóforo, cresceu em 44,2%, enquanto que, para a ausência de aditivo e presença de probiótico, aumentaram 15,2% e 18,9%, respectivamente. Levando-se em consideração os mesmos teores de concentrado de 20% e 50% para espécie bubalina, foi observado

para a DIVMS na presença de ionóforo um decréscimo na ordem de 20,2%, sendo o contrário observado para a ausência de aditivo e presença de probiótico, cujos valores foram crescentes em 23,7% e 21,3%, respectivamente.

No presente trabalho verificou-se que para os teores de 5%, 10% e 20% de concentrado na presença de ionóforo, a DIVMS para os bubalinos foi superior, respectivamente, em 46,3%, 39,9% e 73,9% em relação à presença de ionóforo para os bovinos. Estes resultados parecem indicar que a simulação da suplementação a pasto, com a adição de ionóforo favoreceu os bubalinos em relação aos bovinos.

As leveduras, fungos do gênero *Saccharomyces*, são utilizados na alimentação de ruminantes com o intuito de aumentar a digestibilidade da matéria seca, principalmente da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (Kamalamma et al., 1996). Essas quando adicionadas à ração, irão atuar no rúmen em pH próximo a 6,5, onde sua taxa de crescimento será menor. Entretanto, nesse pH ajudam a secretar compostos químicos como nucleotídeos, aminoácidos e enzimas que irão servir de fatores de crescimento para as bactérias do rúmen, além de contribuírem para a nutrição do animal, como citado por Nicodemo (2001). Segundo Rose (1997) citado por Nicodemo (2001), estudando dietas com a inclusão de leveduras para bezerros, mostrou que as leveduras têm papel importantíssimo no processo de estabilização do pH ruminal, provocando ainda aumento do consumo de sólidos nas dietas desses animais.

O uso de levedura é um dos fatores que ajudam no desenvolvimento das bactérias celulolíticas, pois as leveduras capturam do meio ruminal pequenas quantidades de oxigênio, que interferem na adesão das bactérias celulolíticas à fibra. Desta maneira, para a espécie bubalina a adição de probiótico levou a um aumento da DIVMS em relação à testemunha e em relação aos baixos teores de concentrado com a adição de ionóforo. Mas quando esse teor passou de 10% de concentrado, a adição do probiótico

foi superior para a digestibilidade se comparado à testemunha, mas inferior ao ionóforo. Para Callaway & Martin (1997), a atuação das leveduras é menos eficiente que a dos ionóforos em altos teores de concentrado. Entretanto, a espécie bovina apresentou um aumento para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, mas com o mesmo comportamento em relação à ração com a presença de probiótico para espécie bubalina como observado na Figura 1.

A ração com a presença de probiótico para espécie bovina foi superior às rações com ausência de aditivos e com presença de ionóforo. Dawson et al. (1990) ressaltaram que o aumento no número de bactérias do rúmen (especialmente bactérias celulolíticas) é o efeito mais comum da suplementação com levedura, e que alguns tipos de bactérias apresentam melhor desempenho na presença de leveduras, e alguns fatores relacionados com essa resposta são: fornecimento de fatores de crescimento – vitaminas, ácidos dicarboxílicos (fumarato, malato), remoção de oxigênio por *Saccharomyces*, efeito tampão (pH>6) e redução do número de protozoários.

Apesar do comportamento semelhante, os valores médios observados para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca em relação aos teores crescentes de concentrado para a ausência de aditivo e para presença de probiótico em ambas espécies, quando comparados evidencia o grau de importância do pH ruminal e da diferença entre espécie animal. No presente trabalho a diferença entre a ausência de aditivo e presença de probiótico na espécie bovina em função dos teores crescentes de concentrado (Tabela 3), evidencia a importância do produto probiótico (Beef – sacc<sup>®</sup>), pois quando não se utilizou aditivo os valores da DIVMS (45,4%; 48,5%; 50,8%; 53,2% e 61,3%), foram inferiores aos valores observados para presença de probiótico (49,1%; 51,0%; 54,9%; 58,3% e 69,3%), provavelmente devido a um aumento do pH quando da ração com probiótico.

Para Komisaczuk & Durand (1991), o efeito dos minerais sobre o metabolismo microbiano e alterações no ambiente ruminal (osmolaridade, capacidade tamponante e taxa de diluição) pode ser levado em consideração para este caso, já que o produto beef – sacc<sup>®</sup> é um composto formado por: *Saccharomyces cerevisiae*  $5 \times 10^6$  ufc/g + selênio 50 mg + cromo 300 mg; portanto, a presença destes minerais pode provocar alterações no pH ruminal e, também, nos processos de antioxidação a teor de ambiente ruminal, principalmente, quando se trabalha com tubos de ensaio para predizer a digestão ruminal.

Todavia, na espécie bubalina os valores médios da DIVMS observados para os teores crescentes de concentrado na ausência e presença de probiótico, apresentaram o comportamento semelhante. Batista et al. (1982) relataram que búfalos têm uma maior capacidade de digerir rações com maiores teores de fibra e sua flora ruminal parece ser diferente a dos bovinos.

Para avaliação do efeito da ausência ou presença de aditivos e suas combinações em rações com uma relação de 50:50% volumoso:concentrado, os teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca diferiram entre si e para espécie ( $P < 0,01$ ), como observado na Tabela 5.

Para a espécie bubalina as rações testemunha (ausência de aditivos), ionóforo + probiótico + antibiótico e ionóforo + probiótico foram as que apresentaram maiores valores ( $P < 0,05$ ) para a DIVMS, sendo de 66,5%, 66,2% e 65,9% respectivamente, não diferindo entre si. O menor valor ( $P < 0,05$ ) para a DIVMS para espécie bubalina foi para o tratamento probiótico + antibiótico com 60,4%. As demais rações apresentaram valores intermediários variando entre 64,5% e 62,6%.

Os maiores valores observados para a espécie bovina, caracterizaram pelo efeito isolado do probiótico e o efeito da combinação do probiótico + antibiótico, sendo 69,8%

e 70,2% para DIVMS. No entanto, o menor valor para DIVMS na espécie bovina, foi para o efeito da combinação entre ionóforo + probiótico de 59,8%.

Tabela 5 – Médias para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) para a presença de aditivos e a associação entre eles em rações com 50% de concentrado para bubalinos e bovinos

Table 5 – The dry matter *in vitro* digestibility (DIVMS) Means for the additive presence and their associations in ration with 50 % concentrate to bubalines and bovines

Rações/Espécies <i>Diets/species</i>	Bubalino <i>Bubaline</i>	Bovino <i>Bovine</i>	R	CV <sup>1</sup>
Testemunha <i>Control</i>	66,5 Aa	61,3 Cb	96,98	0,933
Ionóforo <i>Ionophore</i>	62,6 Ca	61,1 Cb		
Probiótico <i>Probiotic</i>	64,4 Bb	69,8 Aa		
Antibiótico <i>Antibiotic</i>	64,2 Bb	64,5 Ba		
ionóforo + probiótico <i>ionophore + probiotic</i>	65,9 Aa	59,8 Db		
ionóforo + antibiótico <i>ionophore + antibiotic</i>	64,5 Ba	61,9 Cb		
probiótico + antibiótico <i>probiotic + antibiotic</i>	60,4 Db	70,2 Aa		
ionóforo + probiótico + antibiótico <i>ionophore + probiotic + antibiotic</i>	66,2 Aa	64,8 Bb		

Letras maiúsculas diferentes nas colunas comparam médias entre as rações experimentais, e letras minúsculas comparam médias entre espécies dentro de cada ração. <sup>1</sup>Coefficiente de variação.

Differents capital letters within collumns compare means among experimental diets and small letters compare means within species in each ration (bubaline and bovine). <sup>1</sup>Coefficient variation.

O antibiótico inibe a formação de peptidoglicanas. A membrana externa pode servir de barreira a bacitracina, por isso os efeitos da bacitracina se assemelham muito aos dos ionóforo, onde as bactérias gram-positivas são mais susceptíveis. No entanto, quando este antibiótico foi utilizado isoladamente em bubalino, a digestibilidade *in vitro* (64,2%) foi superior ( $P < 0,05$ ) a digestibilidade obtida pelo efeito isolado do ionóforo (62,6%), sendo este resultado semelhante ao observado na espécie bovina, a digestibilidade *in vitro* (64,5%) foi superior ( $P < 0,05$ ) àquela obtida pelo efeito isolado do ionóforo (61,1%). Russell & Strobel (1988) relatam que o antibiótico bacitracina devido ao seu mecanismo de ação possui um menor potencial em inibir processos digestivos, principalmente o da fibra e, também, o de não promover a renovação da

proteína microbiana. Resultados *in vivo*, do efeito isolado, da utilização da bacitracina são evidenciados através de resistência a algumas espécies de bactérias.

Para a espécie bubalina o efeito da combinação entre ionóforo + probiótico (65,9%), ionóforo + probiótico + antibiótico (66,2%), sobre a DIVMS foram melhores em relação ao efeito isolado do ionóforo, probiótico e antibiótico, 62,6%, 64,4% e 64,2% respectivamente. Stewart & Richardson, 1989, trabalharam com a combinação de aditivos (ionóforos – monensina sódica e *Saccharomyces*) e não observaram resultados sobre a toxidez de ionóforos especificamente para *Saccharomyces*. Mas é possível que ocorra uma redução na atividade de leveduras quando ionóforos/antibióticos são fornecidos ao mesmo tempo, o que pode explicar a menor DIVMS para o tratamento probiótico + antibiótico com 60,4%.

Nicodemo (2001), ressalta que a resposta à suplementação conjunta de aditivos deve ser melhor avaliada, uma vez que existe a possibilidade de ionóforos e antibióticos inibirem a atividade de fungos e *Lactobacillus*. Dada a complexidade das relações entre microrganismos ruminais é imprescindível que sejam realizados estudos de suplementação direta dos aditivos aos animais, em adição aos estudos *in vitro*.

### Conclusões

Foram observados efeitos distintos para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Isso se deve ao fato de ter utilizado líquido ruminal de bubalino e bovino para diferentes teores de concentrado nas rações com ionóforo e probiótico.

A digestibilidade *in vitro* mostrou que, para a espécie bubalina não há a necessidade do uso de aditivos, entretanto, na espécie bovina pode-se fazer uso de probiótico para animais recebendo volumoso, volumoso+suplementação e ração de confinamento.

Na espécie bovina, a associação entre os aditivos, o efeito isolado do probiótico e a combinação probiótico+antibiótico, foram superiores em rações com 50:50 volumoso:concentrado.

### Referências Bibliográficas

- ADAMS, A.L.; HARRIS, B.JR.; VAN HORN, H.H. et al. Effects of varying forage types on milk production responses to whole cottonseed, tallow, and yeast. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.3, p.573-581, 1995.
- BARTOCCI, S.; AMICI, A.; VERNA, M. et al. Solid and fluid passage rate in buffalo, cattle, and sheep fed diets with different forage to concentrate ratios. **Livestock Production Science**. v.52, p.201-208, 1997.
- BATISTA, H.A.M.; AUTREY, K.M.; THIESENHAUSEN, I.M.V.V. Comparative *in vitro* digestibility of forages by Buffalo, Zebu and Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, v.65, n.5, p.746-751, 1982.
- BHATIA, S.K.; PRADHAN, K.; SINGH, R. et al. Effect of feeding wheat straw and oat on rumen microbial and enzymic activities in cattle and buffalo. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.62, n.4, p.364-368, 1992.
- BHATIA, S.K.; PRADHAN, K.; SINGH, R. A note on relative efficiency of feed intake and digestibility in cattle and buffaloes. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.49, n.6, p.468-469, 1979.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. 1º. ed. São Paulo: Campinas, 2002. 430p.
- CALLAWAY, E.S.; MARTIN, S.A. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on animal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.9, p.2035-2044, 1997.
- CARRO, M.D.; LEBZIEN, P.; ROHR, K. Influence of yeast on the “*Rusitec*” of diets containing variable portions of concentrate. **Animal Feed Science and Technology**, v.37, p.209–220, 1992.
- DAWSON, K.A.; NEWMAN, K.E.; BOLING, J.A. Effects of microbial supplements containing yeast and lactobacilli on rouguage-fed ruminal microbial activities. **Journal Animal Science**, v.68, n.10, p.3392–3398, 1990.
- DEHORITY, B.A. **Rumen microbiology**. OARDC/OSU, Wooster, USA, 1991, 87p.
- DOMESCIK, E.J.; MARTIN, S.A. Effects of laidiomycin propionate and monensina on the *in vitro* mixed ruminal microorganism fermentation. **Journal of Animal Science**, v.56, n.8, p.2305-2312, 1999.
- FRANZOLIN, R. Feeding efficiency: a comparison between buffalo and cattle. 1994. **Buffalo Journal Supplement 2**, p.39-50.
- JOHNSON, J.C.JR.; UTLEY, B.G.; MULLINIX, Jr. et al. Effect of adding fat and lasalocid to diets of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2151-2165, 1988.
- KAMALAMMA; KRISHNAMOORTY, U.; KRISHNAPPA, P. Effect of feeding yeast fermentation *in vitro* and production performance in crossbred dairy cows. **Animal Feed Science Technology**, v.57, p.247-256, 1996.
- KEARL, L. Nutrients requirements of ruminant in development countries. Logan: Utah. **Utah State University**, 1982. 381p.

- KENNEDY, P.M. Ruminal and intestinal digestion in Brahman crossbred and Hereford cattle fed alfalfa or tropical pasture hay. **Journal of Animal Science**, v.55, n.5, p.1190–1199, 1982.
- KOMISARCZUK, B.S.; DURAND, M. **Effects of minerals on microbial metabolism**. INRA editions, p.179–198, 1991.
- LANGAR, P.N.; MAKKAR, G.S.; BAKSHI, M.P.S. Comparative studies in the urea and fibre utilization in buffalo and cattle. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.54, p.413–419, 1984.
- MARTIN, S.A. Manipulation of ruminal fermentation with organic acids: a review. **Journal of Animal Science**, v.76, n.12, p.3123–3132, 1998.
- McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON, J.I.D. Ionophores for Dairy Cattle: Current Status and Future Outlook. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.194–203, 2001.
- NAGARAJA, T.P.; AVERY, T.B.; BARTLEY, E.E. et al. Effect of lasalocid, monensin, or thiopeptin on lactic acidosis in cattle. **Journal of Animal Science**, v.54, p.649–658, 1982.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7<sup>a</sup> ed., Washington: National Academy of Press, 2001. 157p.
- NICODEMO, M.L.F. **Uso de aditivos na Dieta de Bovinos de Corte**. 2001, Campo Grande – EMBRAPA Gado de Corte, p.9-53, outubro 2001.
- NOUR, A.M.; ABOU AKKADA, A.R.; EL-SHAZLY, K.; et al. Effect of increased levels of urea in the diet on ruminal protozoal counts in four ruminants species. **Journal of Animal Science**, v.49, p.1300–1305, 1979.
- OLIVEIRA, J.S.; LANA, R.P.; BORGES, A.C. et al. Efeito da monensina e extrato de própolis sobre a produção de amônia e degradabilidade *in vitro* da proteína bruta de diferentes fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.504–510, 2004.
- POOS, M.I.; HANSON, T.L.; KLOPFENSTEIN, T.J. Monensin effects on diet digestibility, ruminal protein bypass and microbial protein synthesis. **Journal of Animal Science**, v.48, p.1516–1524, 1979.
- PRADHAN, K.; BHATIA, S.K.; SANGWAN, D.C. Feed consumption pattern, ruminal degradation, nutrient digestibility and physiological reactions in buffalo and cattle. **Indian Journal of Animal Sciences**, New Delhi, v.67, n.2, p.149-151, Feb. 1997.
- PLAZIER, J.C.; MARTIN, A.T.; DUFFIELD, R. et al. Effect of prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on nitrogen utilization in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.2918-2925, 2000.
- RESTLE, J.; NEUMANN, M.; ALVES FILHO, D.C. et al. Terminação em confinamento de vacas e novilhas sob dietas com ou sem monensina sódica. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.6, p.1801-1812, 2001.
- RUSSELL, J.B.; ADAM, J.H. Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. **Microbiology Reviews**, v.27, p.65-74, 2003.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effects of additives on *in vitro* ruminal fermentation: A comparison of monensin and bacitracin, another gram-positive antibiotic. **Journal of Animal Science**, v.66, p.552–558, 1988.

- SANGWAN, D.C.; BRADHAN, K.; SAGAR, V. Effect of dietary fiber and protein source on rumen metabolites and nutrients digestibility in cattle and buffalo. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.57, p.562–569, 1987.
- SAS Institute INC. 2000. **SAS user's guide for windows environment 8.01**. Cary, NC, SAS Institute. 79p.
- SHARMA, D.D. Nutritional aspect in relation to meat production from buffaloes. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 2., 1988, New Delhi. Proceedings... New Delhi. 1988. p.475-490.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos**. 3<sup>a</sup> ed. Viçosa: UFV -Imprensa universitária, 2002. 235p.
- STEWART, C.S.; RICHARDSON, A.J. Enhanced resistance of anaerobic rumen fungi to the ionophores monensina and lasalocida in the presence of methanogenic bacteria. **Journal of Applied Bacteriology**, v.66, n.1, p.85-93, 1989.
- STOCK, R.; MADER, T. **Feed additives for beef cattle**. Nebguide G85-761-A. 1998
- WANAPAT M.; NGARMSANG A.; KORKHUNTOT S. et al. A comparative study on the rumen microbial population of cattle and swamp buffalo raised under traditional village conditions in the northeast of Thailand. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.13, n.7, p.918–921, 2000.

### **Digestibilidade Parcial e Total de Rações com 50% de Volumoso e 50% de Concentrado com a Inclusão de Ionóforo ou Probiótico para Bubalinos e Bovinos**

RESUMO: Avaliaram-se os efeitos do ionóforo (monensina sódica) e do probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* + selênio + cromo) em rações com 50% de concentrado sobre os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e parcial dos nutrientes. Foram utilizados três búfalos, da raça Murrah (*Bubalus bubalis*) e três bovinos, da raça Holandesa (*Bos taurus*), com peso médio de  $477 \pm 47$  kg e  $518 \pm 56$  kg respectivamente, portadores de cânula ruminal e duodenal, distribuídos em delineamento experimental com dois quadrados latinos 3 x 3, com um arranjo fatorial 3 x 2, sendo, a ausência ou presença de aditivos: ionóforo ou probiótico e duas espécies. O indicador interno dos fluxos fecal e duodenal foi a cinza insolúvel em ácido. Para os CDA da MS, MO, PB, FDN, FDA, EE e amido houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre as rações experimentais. Os CDA da PB, FDN e amido diferiram para espécie ( $P < 0,05$ ). A adição de ionóforo na ração teve efeito nos CDA da MS, PB, EE e amido. Todavia, a ração com probiótico apresentou maior digestão de fibra. Os coeficientes de digestibilidade ruminal (CDR) da MO, FDN, FDA e amido diferiram ( $P < 0,05$ ) entre rações e entre as espécies. Contudo, houve efeito da interação ( $P < 0,05$ ) entre rações experimentais e espécie, sobre os CDR da MS, MO, PB e do EE. O CDR da PB proveniente da ração com ionóforo apresentou menor degradação ruminal para a espécie bovina em relação aos bubalinos. O ionóforo na ração propiciou efeito na digestão de fibra, quando comparado à ração testemunha. O coeficiente de digestibilidade intestinal (CDI) da MS, MO, PB, FDN, FDA, EE e amido diferiu ( $P < 0,05$ ) entre as rações experimentais, e diferiram ( $P < 0,05$ ) para o CDI da MS, MO, PB, FDN e amido em função das espécies, todavia o CDI da FDA não diferiu ( $P > 0,05$ ) em função das espécies. Para os CDI da MS, PB e EE (% do total digerido) houve ( $P < 0,05$ ) interação entre as rações experimentais e as espécies.

Palavras-chave: búfalos, digestibilidade aparente, digestão parcial, levedura, monensina

**Total and Partial Digestibility of Diets with 50% of Roughage and 50% of Concentrate with of Ionophore or Probiotic Inclusion to Bubaline and Bovine.**

**ABSTRACT:** The effects of the ionophore (sodic monensin) and of the probiotic (*Saccharomyces cerevisiae* + selenium + chrome) were evaluated in rations with 50% of concentrate on the apparent (CAD) and partial nutrients digestibility coefficients. Three Murrah buffalos (*Bubalus bubalis*) and three steers Holstein (*Bos taurus*), with an of  $477 \pm 47$  kg and  $518 \pm 56$  kg of average weight respectively, and ruminal and duodenal cannulas were used; the animals were designed into two Latin 3x3 squares, with a factorial arrangement of three 3x2, being, the without or with of additive: ionophore or probiotic and two species. The insoluble ash in acid was the internal marker of the fecal and duodenal flow. To the DM, OM, CP, NDF, ADF, EE and starch CAD there was a difference ( $P < 0.05$ ) between the experimental rations. The CP, NDF and starch CAD differed for species ( $P < 0.05$ ). The ration ionophore addition had a effect in the DM, CP, EE and starch CAD. Though, the ration with probiotic presented a higher fiber digestion. The OM, NDF, ADF and starch ruminal digestibility coefficients (CDR) differed ( $P < 0.05$ ) between rations and between species. However, there was an interaction effect ( $P < 0.05$ ) between experimental rations and species, on the DM, OM, CP and of EE CDR. The CP CDR originating from the ration with ionophore presented smaller ruminal degradation for the bovine species related to the bubaline. The ionophore in the ration had effect in the fiber digestion, when compared to the control ration. The DM, OM, CP, NDF, ADF, EE and starch intestinal digestibility coefficient (CID) differed ( $P < 0.05$ ) between the experimental rations, and also differed ( $P < 0.05$ ) to the DM, OM, CP, NDF and starch CID in function of the species, though the ADF CID did not differ ( $P > 0.05$ ) in function of the species. For the DM, CP and EE (% of the total digested) CID there was ( $P < 0.05$ ) interaction between the experimental rations and the species.

**Key words:** apparent digestibility, buffalo, yeast, monensin, partial digestibility

## Introdução

A busca por aumento de eficiência e diminuição de custos é prioridade em todas as atividades e a pecuária de corte não foge a regra. O crescente interesse pelo uso de aditivos na criação de ruminantes, especialmente na bovinocultura de corte, esta de acordo com essa realidade. O Ministério da Agricultura define aditivo como substância intencionalmente adicionada ao alimento com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique seu valor nutritivo.

Para Van Nevel (1991), esta manipulação da fermentação ruminal através da utilização de produtos modificadores (aditivos) é dependente do sistema de produção. Este processo de otimizar a fermentação ruminal pode ser considerado como a maximização ou a minimização de reações no rúmen dependendo do tipo e do teor de alimentação, produção animal e compostos utilizados na modificação da fermentação ruminal. Processos que devem ser maximizados, em qualquer situação, é a síntese de proteína microbiana e a fermentação da fibra bruta em ácidos graxos voláteis (AGVs). Outros processos devem ser minimizados como a metanogênese, degradação da proteína verdadeira do alimento, biohidrogenação de ácidos graxos insaturados e, em parte, a fermentação do amido.

É importante lembrar que as reações que ocorrem no rúmen devem ser consideradas como partes integradas de um trabalho em conjunto de várias reações que, ao final, resultam no metabolismo ruminal, portanto, qualquer intervenção no sistema, como o emprego de aditivos, vai resultar em uma série de efeitos associados.

O emprego de maiores quantidades de grãos de cereais na dieta de bovinos em confinamento baseia-se no fato dos mesmos serem ricos em amido, e este, ser o principal responsável pela energia necessária para manutenção e crescimento das bactérias ruminais (Passini et al., 2003). Por sua vez, os microrganismos do rúmen

através de suas vias metabólicas de extração de energia, produzem principalmente os ácidos graxos voláteis (AGVs), que, segundo Van Soest (1994), suprem mais de 85% das exigências energéticas do animal.

O ionóforo é um antibiótico que diminui o crescimento de bactérias proteolíticas e a degradação de proteína hidrolisada e dietética (Russell & Martin, 1984). A monensina inibe principalmente bactérias gram-positivas, mas a resistência ao ionóforo está relacionada à presença de uma camada lipopolissacarídica, externa à membrana celular existente em bactérias gram-negativas. A monensina tem pouco impacto na média de ganho diário do animal, ela contribui na diminuição da ingestão de alimento e na taxa acetato/propionato no fluído ruminal (Russell, 1996). A monensina é fornecida em dietas para animais que consomem grande quantidade de grãos, em que pequena economia na hora da aquisição dos alimentos, para os grandes produtores de carne ou leite, torna-se importante.

Goodrich et al. (1984), em um apanhado de resultados com 228 ensaios (11.274 animais) o aumento da eficiência alimentar foi de 6,4%, quando a monensina sódica foi oferecida a animais em confinamento recebendo grandes quantidades de cereais.

Em dietas com alto teor de grãos, ionóforos geralmente reduzem a ingestão de alimento em cerca de 8% a 10% e melhoram a conversão alimentar, mantendo ou aumentando o ganho de peso diário, sem afetar as características de carcaça (Bergen & Bates, 1984).

As leveduras, principalmente *Saccharomyces cerevisiae*, têm sido usadas na alimentação animal há várias décadas e são fontes de proteínas de alta qualidade, de vitaminas do complexo B e minerais, especialmente selênio e zinco. O uso destas na alimentação de ruminantes também tem sido cogitado em pequena quantidade, como aditivo, consistindo em fator de crescimento para bactérias do rúmen, principalmente

celulolíticas. Segundo Wallace (1992) e Kamalamma et al. (1996), o emprego de levedura nas dietas de ruminantes, pode provocar alterações na relação acetato/propionato e ainda aumentar o fluxo de proteína microbiana para o intestino delgado.

Pereira et al. (2001) em estudos de digestibilidade não observaram resultados favoráveis ao uso de levedura, para novilhos recebendo dietas à base de cana-de-açúcar.

O aumento no potencial genético dos animais vem demandando dietas com maiores teores energéticos e protéicos, e a adição de produtos capazes de controlar ou modificar o padrão de fermentação no rúmen é uma estratégia importante. Porém, mais estudos devem ser realizados com estes produtos, principalmente em relação a seus efeitos ao longo dos vários compartimentos do trato digestório, sobre os padrões fermentativos e absorptivos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ionóforo (monensina sódica) e do probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* + selênio + cromo) em rações com 50% de concentrado sobre a digestibilidade total e parcial em bubalinos e bovinos.

### **Material e Métodos**

#### *Local:*

O experimento foi realizado no setor de bovinocultura de corte da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) no período de dezembro de 2003 a fevereiro de 2004 e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

#### *Animais e Instalações:*

Foram utilizados, três búfalos, castrados, da raça Murrah com peso vivo (PV) médio de  $477 \pm 47$  kg e três bovinos, castrados, da raça Holandesa, com PV médio de  $518 \pm 56$  kg portadores de cânulas no rúmen e duodeno (tipo T simples). Os animais

foram mantidos em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de comedouro e bebedouro com as laterais fechadas com madeira para evitar acidentes como a retirada forçada das cânulas.

*Alimentos, aditivos e rações experimentais:*

Os alimentos utilizados para compor a ração basal do experimento foram, farelo de soja e milho. O volumoso utilizado foi a silagem de milho. As três rações utilizadas foram caracterizadas pela ausência ou presença de aditivos (ração testemunha, ração com ionóforo e ração com probiótico). A composição química dos alimentos pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição química dos alimentos (% na MS)<sup>1</sup>

Table 1- Chemical composition of ingredients (% DM)<sup>1</sup>

Alimentos Ingredients	%MS %DM	%MO %OM	%PB %CP	%FDN %NDF	%FDA %ADF	%EE %EE	AM% %Starch	CIA% AIA
Farelo de soja Soybean meal	89,17	94,42	45,36	14,47	7,57	2,33	15,19	0,10
Milho moído Corn milled	87,56	98,96	8,84	15,32	3,72	3,42	73,74	0,02
Silagem de milho Corn silage	95,37	90,76	7,19	53,31	31,33	2,16	21,01	1,32
*ionóforo ionophore	90,33	84,24	11,88	17,35	11,03	3,79	34,50	-
*probiótico probiotic	92,39	85,72	38,57	2,79	1,2	3,43	3,91	-

<sup>1</sup>MS= material seca, MO= matéria orgânica, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, EE= extrato etéreo, AM= amido, CIA= Cinza Insolúvel em Ácido \*ionóforo (monensina sódica – Rumensin<sup>®</sup>) e probiótico (levedura + selênio + cromo – Beef - sacc<sup>®</sup>)

<sup>1</sup>DM= dry matter, OM= organic matter, CP= crude protein, NDF= neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber, EE= ether extract, STAR= starch, AIA= Acid Insoluble Ash.. \*ionophore (sodic monensina - Rumensin<sup>®</sup>) and probiotic (yeast + selenium + chromo – Beef -sacc<sup>®</sup>)

Os aditivos empregados neste experimento classificam-se segundo Butolo (2002) em classes com modo de ação específico, princípios ativos e nomes comerciais como: ionóforos – 10% monensina sódica – rumensin<sup>®</sup>, probióticos – levedura (*Saccharomyces cerevisiae* 5 x 10<sup>6</sup> ufc/g + 50 mg Selênio + 300 mg Cromo) – beef - sacc<sup>®</sup>.

As rações foram balanceadas de acordo com NRC (2001), de forma a apresentarem 11,0% PB na MS e 70,0% de NDT (nutrientes digestíveis totais) na MS, em uma relação de 50:50% volumoso:concentrado.

A composição percentual e química das três rações experimentais está demonstrada na Tabela 2. A ração foi fornecida aos animais duas vezes ao dia, em duas porções iguais, pela manhã (8h) e à tarde (16h), sendo o volumoso e o concentrado misturados no cocho. Os aditivos foram adicionados diretamente no cocho dos animais duas vezes ao dia (manhã (8h) e a tarde (16h)), para perfeita homogeneização e certeza de que os animais estariam ingerindo a dosagem recomendada pelo fabricante: 2 g/animal/dia – ionóforo e 5 g/animal/dia – probiótico. A dosagem foi dividida em duas doses, metade pela manhã (1 g - ionóforo e 2,5 g - probiótico), e a outra metade fornecida no período da tarde. Ainda os aditivos foram fornecidos sempre antes das refeições, em uma pequena fração da ração, desta forma logo após os bubalinos e bovinos terem ingerido os aditivos, a ração previamente pesada em balança eletrônica era colocada no cocho, repetindo-se o mesmo processo no período da tarde.

Tabela 2 - Composição percentual e química das rações experimentais (% na MS)

Table 2 - Percentual and chemical composition of experimental diets (dry matter percentage)

Ração Experimental (%)*								
<i>Experimental diet</i>								
Alimentos <i>Ingredients</i>	Farelo de soja <i>(Soybean meal)</i>	Milho moído <i>(Corn milled)</i>	Silagem de milho <i>(Corn silage)</i>	Sal mineral <i>(Salt)</i>				
	9,0	40,0	50,0	1,0				
Nutrientes <i>(Nutrients)</i>	MS <i>(DM)</i>	MO <i>(OM)</i>	PB <i>(CP)</i>	FDN <i>(NDF)</i>	FDA <i>(ADF)</i>	EE <i>(EE)</i>	Amido <i>(Starch)</i>	CIA <i>(AIA)</i>
	59,95	93,61	11,21	34,09	17,84	2,66	41,37	0,78

\*Foi adicionado 2 g ionóforo (10% monensina sódica – Rumensin®) e adicionado 5 g do probiótico (levedura + 50 mg selênio + 50 mg cromo – beef – sacc®), perfazendo 3 rações experimentais: testemunha, ionóforo e probiótico. MS= material seca, MO= matéria orgânica, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, EE= extrato etéreo, AM= amido, CIA= Cinza Insolúvel em Ácido

2 g of ionophore and 5 g of probiotic were added, doing 3 experimental rations: control, ionophore and probiotic. DM= dry matter, OM= organic matter, CP= crude protein, NDF= neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber, EE= ether extract, starch, AIA= Acid Insoluble Ash

Para evitar possíveis acidentes quando da pesagem dos animais, como: a retirada forçada da cânula ou provocar uma inflamação da membrana mesotelial que reveste a

cavidade peritoneal e que cobre as vísceras abdominais, culminando com morte do animal, procedeu-se a estimativa do peso dos animais através de fita (perímetro torácico) no final de cada período de adaptação e no final de cada período de coleta. As baias e as cânulas dos animais eram lavadas semanalmente.

Os animais receberam diariamente sal mineral na dieta, obtido da mistura 1:1 de sal comum com um suplemento comercial® contendo na sua composição por kg do produto 65,0 g de fósforo, 130,0 g de cálcio 5,0 g de magnésio, 13,0 g de enxofre, 700 mg de ferro, 850 mg de cobre, 1000 mg de manganês, 120 g de iodo e 80 g de cobalto.

O fornecimento de ração foi restrito a 2% PV para diminuir os efeitos do consumo sobre os coeficientes de digestão.

*Manejo e metodologia de coleta e preparo das amostras:*

Cada período experimental (3) teve duração de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais e 7 dias de coleta. Durante o período de coleta, foram amostrados cerca de 200 mL de digesta duodenal através da cânula e 100 g de fezes diretamente no reto, com intervalo de 12h e um incremento de 2h entre dias consecutivos, num total de 12 amostras por animal. As amostras eram armazenadas em sacos plásticos, devidamente etiquetadas, e congeladas a -20°C.

Após o período de coleta, as amostras de alimento, fezes e digestas duodenais foram secas em estufa a 55° C por 96 horas, moídas (1 mm) individualmente e misturadas em quantidades iguais, com base no peso seco, para formar amostras compostas de fezes e digesta por animal e para cada ração.

*Indicadores:*

Para determinação dos fluxos diários de matéria seca, no duodeno e nas fezes foi utilizado como indicador interno a Cinza Insolúvel em Ácido (CIA).

*Determinação dos Coeficientes de Digestão:*

Os coeficientes de digestibilidade aparente total e parcial da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), e amido (AM) foram calculados de acordo com as fórmulas descritas por Coelho da Silva & Leão (1979).

#### *Análises químicas*

As amostras de fezes e digesta duodenal e os alimentos utilizados nas rações experimentais foram analisados para determinar MS, MO, PB, FDN, FDA, EE e AM.

As determinações de MS, MO, PB e EE foram feitas de acordo com as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). A determinação de FDN e FDA foi feita de acordo com Van Soest et al. (1991). O teor de AM das amostras foi analisado pelo método de Poore et al. (1989) adaptado por Pereira & Rossi (1995).

A determinação da CIA foi feita de acordo com a metodologia descrita por Van Keulen & Young (1977).

#### *Análises estatísticas:*

Foi utilizado um delineamento experimental em 2 quadrados latinos 3 x 3, com um arranjo fatorial 3 x 2 correspondendo a (testemunha, ionóforo ou probiótico e duas espécies: bubalina e bovina, para comparar os locais de digestão dos nutrientes. As análises estatísticas das variáveis estudadas foram interpretadas no Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) por meio de análise de variância (UFV, 1998).

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + P_j + T_k + ET_{ik} + A_i/E_i + e_{ijkl}$$

Em que:

$Y_{ijk}$  = observação do efeito do tratamento k, no período j, da espécie i;  $\mu$  = constante geral da variável;  $E_i$  = efeito da espécie i; i = 1 (Búfalos), 2 (Bovinos);  $P_j$  = efeito de período j; j = 3 períodos;  $T_k$  = efeito do tratamento k; k= 3 (ausência ou

presença de aditivos: ionóforo ou probiótico); ETik = interação entre espécie i e tratamento k; Al/Ei = efeito do animal l dentro da espécie i; eijkl = erro aleatório associado a cada observação.

Quando a interação Espécie x Tratamento foi significativa procedeu-se à análise dos efeitos dos tratamentos dentro de cada espécie (SAEG, 1998).

### **Resultados e Discussão**

O consumo MS, MO, PB, FDN, FDA, EE e amido (AM) dos bubalinos e bovinos para as três rações experimentais (testemunha, presença de ionóforo ou de probiótico) com uma relação volumoso:concentrado de 50:50, são apresentadas na Tabela 3.

Os consumos médios de MS (kg/dia e % PV) em função das rações experimentais com ausência ou a presença de aditivos e para espécie animal não diferiram entre si ( $P>0,05$ ), uma vez que o consumo foi restrito. Todavia, para as rações com a presença de ionóforo (9,20 kg/dia) ou de probiótico (9,24 kg/dia) verifica-se em relação à ração testemunha (9,66 kg/dia) uma redução numericamente no consumo de 4,5%. Reduções no consumo de matéria seca, em bovinos, com a presença de ionóforo nas rações são relatados na literatura. Goodrich et al. (1984) analisaram o desempenho de bovinos em confinamento recebendo monensina (dose de 246 mg) na alimentação, e verificaram uma queda no consumo em kg/dia de MS de 8,27 para 7,73 kg/dia de MS. Segundo Nicodemo (2001), em dietas com alto teor de grãos, ionóforos geralmente reduzem a ingestão de alimento em cerca de 8% a 10% e melhoram a conversão alimentar, mantendo ou aumentando o ganho de peso diário.

Greene (2002) coordenou um experimento de confinamento com 669 novilhas pesando, aproximadamente, 316 kg, em que foram testados três teores de inclusão de levedura: 0,0; 5,0 e 20,0 g/animal/dia. Os animais receberam dieta com 97% de

Tabela 3 – Consumo médio diário de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e amido (AM) das rações experimentais (A - aditivos) e da espécie (E - espécie) animal.

Table 3 – Feed intake (kg/day) of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ether extract (EE) and starch of the experimental diets (A – additives) and animal specie (S – specie).

Variáveis	Rações Experimentais <sup>1</sup>			Espécies <sup>2</sup>		DP SD
	Experimental diets			species		
	testemunha control	ionóforo ionophore	probiótico probiotic	Bubalinos Bubaline	Bovinos Bovine	
<b>Consumo de MS (dry matter intake)</b>						
kg/dia kg/day	9,66	9,20	9,24	8,95	9,78	9,37 ± 1,25
% Peso vivo % body weight	1,95	1,82	1,88	1,88	1,88	1,88 ± 0,11
<b>Consumo de MO (organic matter intake)</b>						
kg/dia kg/day	9,03	8,61	8,65	8,38	9,15	8,77 ± 1,16
% Peso vivo % body weight	1,82	1,70	1,76	1,76	1,76	1,76 ± 0,10
<b>Consumo de PB (crude protein intake)</b>						
kg/dia kg/day	1,06	1,00	1,01	0,97	1,08	1,03 ± 0,15
% Peso vivo % body weight	0,21	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21 ± 0,01
<b>Consumo de FDN (neutral detergent fiber intake)</b>						
kg/dia kg/day	3,35	3,13	3,18	3,12	3,32	3,22 ± 0,44
% Peso vivo % body weight	0,67	0,62	0,65	0,65	0,64	0,65 ± 0,05
<b>Consumo de FDA (acid detergent fiber intake)</b>						
kg/dia kg/day	1,72	1,60	1,64	1,58	1,72	1,65 ± 0,25
% Peso vivo % body weight	0,34	0,31	0,33	0,33	0,33	0,33 ± 0,31
<b>Consumo de EE (ether extract intake)</b>						
kg/dia kg/day	0,25	0,24	0,24	0,24	0,26	0,25 ± 0,03
% Peso vivo % body weight	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05 ± 0,003
<b>Consumo de AM (starch intake)</b>						
kg/dia kg/day	1,62	1,54	1,55	1,49	1,65	1,60 ± 0,22
% Peso vivo % body weight	0,32	0,30	0,32	0,31	0,32	0,32 ± 0,02

<sup>1</sup> Rações experimentais = ausência de aditivo (testemunha), presença de ionóforo e probiótico. <sup>1</sup> diets experimental: control, with ionophore and probiotic. DP = desvio padrão – SD = standart desviation

<sup>2</sup> Espécie animal = Bubalino e Bovino. <sup>2</sup> Animal specie: Bubaline and Bovine

concentrado e implantação de hormônio. Todavia, o autor não verificou variação do consumo de matéria seca (7,5; 7,8 e 7,6 kg/dia).

O consumo voluntário médio de matéria seca para bubalinos e bovinos foi próximo (1,9% do PV) ao preestabelecido para o presente estudo (2,0% PV). Entretanto, verifica-se que os bubalinos ingeriram 8,4% menos matéria seca que os bovinos.

Menor consumo dos búfalos em relação aos bovinos, foi verificado também por Maeda (2004), avaliando o consumo de MS e de nutrientes em rações com três teores de concentrado (23%, 43% e 63%), com milho (fonte de amido de baixa degradabilidade ruminal), resíduo desidratado de fécula de mandioca (fonte de amido de alta degradabilidade ruminal), farelo de soja e silagem de milho, e utilizando os mesmos animais observou valores inferiores ao presente trabalho para o consumo médio de MS expresso em kg/dia e % PV, sendo que a espécie bubalina o consumo foi de 5,63 e 1,40% do PV inferior ( $P < 0,05$ ) ao da espécie bovina de 7,78% e 1,63% do PV, respectivamente.

Gomes (1982) e Gonçalves et al. (1991), ao compararem o consumo voluntário de grupos genéticos, observaram que em média búfalos e zebuínos consomem menos matéria seca que novilhos holandeses. Provavelmente, os menores consumos observados por bubalinos e zebuínos estejam relacionados com a menor adaptação destes animais a dietas contendo altas relações de concentrado. Os taurinos parecem ser mais aptos porque têm sido submetido a um processo de seleção mais intenso (Coelho da Silva & Leão, 1979). Todavia, em dietas de qualidade inferior, rações compostas de palha de trigo e torta de amendoim, com 9,0% de PB e ração a base de feno de trevo egípcio com 11,6% de PB oferecidas para búfalos e bovinos, menor consumo MS/kg<sup>0,75</sup>

foi verificado para búfalos (1,5% PV) em relação aos bovinos (1,8% PV) (Pradhan et al., 1997).

O consumo de MO, PB, FDN, FDA, EE e AM expresso em kg/dia e % do PV em função das rações experimentais (testemunha, com ionóforo ou com probiótico) não apresentou diferença ( $P>0,05$ ). Todavia, observa-se o mesmo comportamento ao do consumo voluntário da MS, onde a ração com ionóforo apresentou os menores valores para o consumo médio em kg/dia e % do PV, quando comparados com as rações testemunha e com probiótico. Também não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) do consumo de MO e nutrientes (PB, FDN, FDA, EE e AM) expressos em kg/dia para espécie animal. Todavia para todas estas variáveis os maiores valores numéricos foram para a espécie bovina.

Os coeficientes de digestibilidade aparentes (CDA), da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e amido (AM) obtidos para as rações experimentais com ausência ou presença de aditivo e para as espécies, podem ser observados na Tabela 4.

Houve diferença ( $P<0,05$ ) para CDA da MS, MO, PB, FDN, FDA, EE e AM entre as rações experimentais (aditivos), e para espécies houve efeito ( $P<0,05$ ) para o CDA da PB, FDN e AM.

O maior ( $P<0,05$ ) CDA da MS (68,0%) e da MO (70,4%) foram obtidos para a ração com ionóforo em comparação com as rações testemunha e com a presença de probiótico, que não diferiram entre si. A maior ( $P<0,05$ ) digestibilidade da MS e MO da ração com ionóforo, possivelmente ocorreu devido às mudanças provocadas na fermentação ruminal, em função das alterações na proporção de ácidos graxos voláteis e na concentração de amônia, processos que afetam diretamente o metabolismo de energia

Tabela 4 – Médias para os coeficientes de digestibilidade aparente e digestão parcial dos nutrientes em função das rações experimentais e da espécie animal.

Table 4 – Apparent digestibility coefficient and partial digestibility means in function of experimental diets and animal specie.

Nutrientes <i>Nutrients</i>	Rações experimentais (% MS) <i>Experimental diets</i>			Espécies <i>Species</i>		DP <sup>4</sup> <i>SD</i>
	testemunha <i>control</i>	ionóforo <i>ionophore</i>	probiótico <i>probiotic</i>	Bubalinos <i>Bubaline</i>	Bovinos <i>Bovine</i>	
<b>Coeficientes de digestibilidade aparente (<i>Apparent digestibility coefficient</i>)</b>						
MS ( <i>DM</i> )	62,1 B	68,0 A	63,3 B	64,0	64,9	64,5 ± 2,8
MO ( <i>OM</i> )	63,8 B	70,4 A	64,9 B	66,8	65,9	66,4 ± 3,1
PB ( <i>CP</i> )	61,8 B	66,2 A	59,1 C	61,5 b	63,3 a	62,8 ± 3,5
FDN ( <i>NDF</i> )	52,7 B	52,3 B	55,7 A	54,9 a	52,2 b	53,6 ± 2,3
FDA ( <i>ADF</i> )	42,4 B	43,9 AB	45,5 A	44,5	43,5	43,9 ± 1,6
EE ( <i>EE</i> )	72,3 B	77,6 A	73,6 B	75,0	74,0	74,5 ± 2,9
AM ( <i>S</i> )	85,6 B	88,2 A	88,2 A	86,0 b	88,4 a	87,3 ± 2,0
<b>Digestão Ruminal (<i>Ruminal digestion</i>)</b>						
MO <sup>2</sup> ( <i>OM</i> <sup>2</sup> )	59,5 AB	59,1 B	61,5 A	61,2 a	59,0 b	60,1 ± 1,94
FDN <sup>1</sup> ( <i>NDF</i> <sup>1</sup> )	47,6 C	50,3 B	51,3 A	52,3 a	47,2 b	49,7 ± 3,10
FDN <sup>2</sup> ( <i>NDF</i> <sup>2</sup> )	90,2 B	94,4 A	91,8 AB	94,0 a	90,3 b	92,2 ± 2,95
FDA <sup>1</sup> ( <i>ADF</i> <sup>1</sup> )	27,1 C	30,7 B	33,1 A	31,2 a	29,4 b	30,3 ± 2,83
FDA <sup>2</sup> ( <i>ADF</i> <sup>2</sup> )	64,0 B	70,0 A	72,9 A	70,3 a	67,6 b	68,9 ± 4,90
AM <sup>1</sup> ( <i>S</i> <sup>1</sup> )	68,9 C	71,4 A	70,4 B	69,6 b	70,9 a	70,3 ± 1,50
AM <sup>2</sup> ( <i>S</i> <sup>2</sup> )	80,6 AB	81,2 A	79,8 B	81,1 a	80,0 b	80,5 ± 1,10
<b>Digestão Intestinal (<i>Intestinal digestion</i>)</b>						
MS <sup>3</sup> ( <i>DM</i> <sup>1</sup> )	41,4 B	47,5 A	42,0 B	41,9 b	45,4 a	43,6 ± 2,65
MO <sup>3</sup> ( <i>OM</i> <sup>1</sup> )	41,6 B	49,3 A	41,6 B	44,0 a	44,3 a	44,1 ± 3,14
MO <sup>2</sup> ( <i>OM</i> <sup>2</sup> )	40,3 AB	40,9 A	38,5 B	38,8 b	41,0 a	39,9 ± 1,94
PB <sup>3</sup> ( <i>CP</i> <sup>1</sup> )	58,6 B	64,5 A	55,6 C	58,4 b	60,7 a	59,5 ± 3,28
FDN <sup>3</sup> ( <i>NDF</i> <sup>1</sup> )	9,7 A	5,8 B	8,9 AB	6,7 b	9,5 a	8,15 ± 1,80
FDN <sup>2</sup> ( <i>NDF</i> <sup>2</sup> )	9,8 A	5,6 B	7,8 AB	5,8 b	9,6 a	7,7 ± 2,95
FDA <sup>3</sup> ( <i>ADF</i> <sup>1</sup> )	20,9 A	19,0 A	18,4 A	19,1 a	19,8 a	19,5 ± 0,95
FDA <sup>2</sup> ( <i>ADF</i> <sup>2</sup> )	36,0 A	30,1 B	27,1 B	29,7 a	32,4 a	31,0 ± 4,90
EE <sup>3</sup> ( <i>EE</i> <sup>1</sup> )	71,2 B	77,0 A	72,3 B	73,9 a	73,1 a	73,5 ± 2,19
AM <sup>3</sup> ( <i>S</i> <sup>1</sup> )	53,5 B	58,6 A	60,3 A	53,9 b	61,1 a	57,5 ± 3,60
AM <sup>2</sup> ( <i>S</i> <sup>2</sup> )	19,4 AB	18,7 B	20,2 A	18,9 b	20,0 a	19,4 ± 1,06

Letras maiúsculas comparam médias nas linhas entre rações experimentais (testemunha, ionóforos e probiótico), e letras minúsculas comparam médias nas linhas entre as espécies (bubalino e bovino). Médias seguidas com letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). <sup>1</sup> - % do total ingerido; <sup>2</sup> - % do total digerido; <sup>3</sup> - % do que chega ao compartimento; <sup>4</sup> Probabilidades: DP = desvio – padrão. Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e amido (AM).

Capital letters compared means within a line among experimental diets (control, ionophore and probiotic) and small letters compared means within a line between specie (bubaline and bovine). Means followed by different letters, differ by Tukey test ( $P < 0.05$ ). <sup>1</sup> - % of intake; <sup>2</sup> - % of total digestion. <sup>3</sup> - as % of duodenum flow; <sup>4</sup> Probabilities: SD = Standart – desviation. Dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ether extract (EE) and starch (S)

e proteína do animal. Todavia, Rodrigues et al. (2001) estudaram o aditivo monensina sódica na dosagem de zero e 40 mg/animal/dia e três proporções de concentrados na

dieta (milho, farelo de soja e feno Coast-cross): 25%, 50% e 75% sobre a digestibilidade aparente em dezoito ovinos deslanados da raça Santa Inês, e não observaram diferença no CDA da MS, cujos valores médios observados para as doses em função dos três teores de volumoso:concentrado foram de 65,1% vs 66,0%, 71,8% vs 70,7% e 74,8% vs 77,0%, respectivamente.

Em experimento de digestão conduzido por Greene (2002), novilhos foram alimentados com 9,8 kg MS/dia de uma dieta contendo 90% de concentrado e zero ou 0,26% de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*  $8 \times 10^9$  ufc/g do produto - Biosaf®) na MS, porém o CDA da MS 79,2 vs 77,8% não diferiram entre si.

Para os CDA da PB a ração com ionóforo de 66,2% foi superior ( $P < 0,05$ ) as demais rações. Entretanto, o valor obtido para a ração testemunha com 61,8% foi superior aos 59,1% da ração com probiótico. Os dados do presente trabalho corroboram com os encontrados por outros pesquisadores que observaram aumento da digestibilidade aparente da proteína bruta com o emprego de ionóforos na dieta (Galloway et al., 1993; Russell, 1996; Lana et al., 2000; Barbosa et al., 2001; Rodrigues et al., 2001). Portanto, aceita-se que os ionóforos possuem efeito maior em diminuir a desaminação do que a proteólise, mas que o decréscimo da concentração de amônia vai depender da taxa de proteína/carboidrato degradável no rúmen, uma vez que, em baixas taxas, a produção de amônia ruminal e a ação da monensina são mínimas, mas este efeito ainda foi pouco explicado. Van Soest (1991) ressalta que os ionóforos interferem na degradação de proteína e aminoácidos. Portanto, são valiosos na consideração da proteólise ruminal a qual produz altas concentrações de amônia e aumentando a proteína que chega até trato digestivo inferior.

Os valores observados para CDA da FDN em função das rações sem ou com aditivos, a ração com probiótico apresentou valor superior de 55,7%, quando comparado

aos valores médios de 52,7% e 52,3% da ração testemunha e da ração com ionóforo, e ambas foram semelhantes.

Também para o CDA da FDA, à ração com probiótico apresentou o melhor valor de 45,5%, semelhante à ração com ionóforo de 43,9% e superior a ração testemunha com 42,4%, e as rações com ionóforo e testemunha não diferiram (Tabela 4). Segundo Nicodemo (2001), os diferentes gêneros de *Saccharomyces* têm grande afinidade por oxigênio, melhorando as condições do rúmen para os microrganismos anaeróbicos. O conteúdo ruminal é essencialmente anaeróbico, mas pequenas concentrações (60  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{L}$  a 100  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{L}$ ) de oxigênio dissolvido provido através do alimento e da saliva podem ser encontradas, sendo assim o oxigênio tóxico às bactérias anaeróbicas e reduzindo a adesão das bactérias à celulose. Como a atividade respiratória de *S. cerevisiae* (200  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{L}$  a 300  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{L}$ ) é de magnitude maior que a concentração de oxigênio no fluido ruminal, e assim pequenas quantidades de levedura (1,33 g/l) incluídas nas dietas de ruminantes podem ser benéficas. Para Queiroz et al. (2004), esta remoção de  $\text{O}_2$  do rúmen por *Saccharomyces cerevisiae*, proporciona aumento no número de bactérias celulolíticas viáveis, sendo que as bactérias que utilizam ácido láctico são estimuladas pela presença de ácidos dicarboxílicos. Assim, o pH do rúmen torna-se mais estável, a metanogênese e a proporção de ácidos graxos voláteis são alteradas e a concentração de ácido láctico diminui. Essas mudanças elevam a taxa de digestão da celulose e o fluxo de proteína microbiana, resultando em maior ingestão de matéria seca e, portanto melhor desempenho.

Valores superiores para CDA da FDA de 47,3% vs 47,5% foram observados por Wessels et al. (1996), estudando a ausência ou presença de lasalocida sódica (45ppm), em dietas com 45% alfafa + 43% rolão de milho + 10% farelo de soja, fornecido a 5

animais canulados (ruminal e duodenal) da raça Holandesa. Todavia, os autores não encontraram efeito.

O maior valor médio observado para o CDA do EE em função das rações experimentais (rações sem ou com aditivos) foi apresentado pela ração com ionóforo de 77,6%, superior às rações com probiótico de 73,6% e a testemunha de 72,3%, as quais foram semelhantes. Rodrigues et al. (2001) encontraram que para o teor de 50% de concentrado na dieta (milho, farelo de soja e coast-cross) a ração testemunha e ração com monensina não diferiram ( $P>0,01$ ), cujos CDA do EE foram de 77,2% e 74,0% respectivamente, sendo estes próximos aos encontrados no presente trabalho.

Para Van Nevel (1991), o processo de fermentação ruminal pode ser considerado como a maximização ou a minimização de reações no rúmen, dependendo do tipo e do teor de alimentação e produção animal. Segundo este autor os ionóforos possuem papel importantíssimo naqueles processos que devem ser minimizados, como a biohidrogenação de ácidos graxos insaturados, significando, portanto a otimização da fermentação ruminal, e ainda com melhor aproveitamento dos nutrientes.

Os maiores valores obtidos para CDA do AM foram para as rações com ionóforo e com probiótico de 88,2%, que não diferiram entre si ( $P>0,05$ ). Entretanto, estas foram superior aos 85,6% apresentado pela ração testemunha. Van Nevel (1991) concluiu através de uma vasta revisão que os ionóforos não provocam alteração na digestibilidade do amido. Todavia, o uso de ionóforos tem sido sugerido como uma forma de diminuir os efeitos da ingestão elevada de amido sobre o ambiente ruminal. A produção de propionato em si não é a principal responsável pela redução do pH, mas sim o acúmulo de ácido láctico (ácido forte), um intermediário na produção de propionato pela via do acrilato (Owens et al., 1998).

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) para os coeficientes de digestibilidade aparente da MS e MO em função das espécies bubalina e bovina, cujos valores médios foram, respectivamente, de 64,0% e 66,8% para os búfalos e de 64,9% e 65,9% para os bovinos. Provavelmente, a semelhança nos coeficientes de digestibilidade das rações entre as espécies deve-se a restrição imposta no consumo dos animais. Da mesma forma, Valadares Filho et al. (1990), trabalhando com novilhos holandeses, nelores e búfalos também não observaram diferenças significativas para digestão total da MS e MO com rações contendo 44% de concentrado, atribuíram à ausência de diferenças entre os grupos genéticos em função de o consumo ter sido restrito.

Com relação às espécies, o maior CDA da PB foi observado para os bovinos com 63,3%, que os búfalos com 61,5%. Desta maneira, os bovinos apresentaram melhor aproveitamento para a digestão total da PB, porém o consumo de PB (0,97 kg/dia) observado para os búfalos foi semelhante em relação aos bovinos (1,08 kg/dia), não havendo diferença. Pequena vantagem na digestibilidade da PB em búfalos que em bovinos tem sido relatado, assumindo-se que há uma tendência dos búfalos perderem menos nitrogênio (N) pela urina e pelas fezes, aproveitando melhor o N dos alimentos (Ezequiel, 1987) e apresentarem uma maior capacidade de reciclagem de N (Abdullah et al., 1992), o que não aconteceu no presente trabalho.

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) para o CDA da FDN entre as espécies bubalina e bovina. A espécie bubalina apresentou o maior valor de 54,9%, em relação aos 52,2% da espécie bovina. Vários autores observaram maior digestibilidade da fração fibrosa pelos bubalinos em comparação aos bovinos (Devendra, 1983; Hussain & Cheeke, 1996). Segundo Kawashima (2005) os búfalos são eficientes na habilidade de digerir a fibra em dietas de qualidade inferior quando comparados aos *Bos taurus*. O autor não observou diferença para a digestibilidade da FDN em rações a base de feno de gramínea

(*Brachiaria ruziziensis*) com 2,5% PB ou suplementadas com farelo de soja quando fornecidas para búfalos. Entretanto, para bovinos Brahman houve aumento na digestibilidade da FDN com a suplementação do farelo de soja. Portanto, diferenças observadas para a digestão da fibra entre bubalinos e bovinos estariam relacionadas com dietas de baixa qualidade, o que não ocorreu no presente trabalho uma vez que as dietas continham 50% como volumoso a silagem de milho (31,82% de MS e 7,19% de PB), além dos 50% de concentrado a base de milho e farelo de soja.

Houve efeito CDA do AM ( $P < 0,05$ ) em função da espécie, sendo que os bovinos apresentaram um CDA médio de 88,4%, sendo superior aos 86,0% apresentados pelos bubalinos. Berchielli (1994) observou variação nos valores para CDA do AM de 86,6 a 93,2%, para novilhos cruzados alimentados com proporção de concentrado semelhante a do presente experimento e o aumento na digestibilidade foi verificado para o teor 60% de concentrado. Maeda (2004) observou valores superiores trabalhando em condições semelhantes ao do presente trabalho, fornecendo a bubalinos e bovinos dietas concentradas (23%, 43% e 63%), também obteve valores superiores para o CDA do AM para bovinos em relação aos bubalinos (95,7% vs 85,8%).

Zeoula et al. (1997), trabalhando com taurinos, zebuínos e bubalinos alimentados com três fontes de amido (milho, sorgo e raspa de mandioca), verificaram maior digestibilidade dos carboidratos totais dispostores (CTD), no qual o amido representa a maior fração dos CTD, para os búfalos (94,40%) e menor para os holandeses (93,40%) e, segundo os autores, do ponto de vista biológico estas diferenças são pequenas.

As médias para os coeficientes de digestibilidade ruminal (CDR) da matéria orgânica (MO), da fibra em detergente neutro (FDN), da fibra em detergente ácido (FDA) e do amido (AM) estão na Tabela 4. Não houve interação entre rações e espécie. Todavia, os CDR da MO, FDN, FDA e AM (% do ingerido e % do total digerido)

diferiram ( $P<0,05$ ) entre rações sem ou com aditivos e entre as espécies bubalina e bovina.

Para o CDR da MO (% do total digerido) verificou-se maior ( $P<0,05$ ) valor para a ração com probiótico de (61,5%), em relação à ração com ionóforo (59,1%) e à ração testemunha (59,5%), não diferiu das demais. Fica evidenciado que o maior coeficiente de digestibilidade ruminal da MO (% do total digerido) observado para a ração com probiótico, provavelmente é devido a maior digestão ruminal da fibra, como observado no presente trabalho.

Com relação a digestibilidade ruminal da FDN e da FDA quando expresso como % do ingerido, resultou em maiores valores para a ração com probiótico em relação às demais rações, e quando expresso com % do total digerido não houve diferença entre a adição do ionóforo ou probiótico, sendo ambas superiores à ração testemunha. Para Domescik & Martin (1999), a utilização dos ionóforos poderia diminuir a digestibilidade da FDN devido à diminuição da atividade dos microrganismos celulolíticos, conseqüentemente uma diminuição da digestibilidade da fibra. Segundo Van Nevel & Demeyer (1988), o efeito da monensina na degradação da fibra ainda não está esclarecido. Todavia, as variabilidades dos resultados podem ser explicadas pelo uso de animais adaptados ou não. Os autores ressaltam que quanto maior o tempo de adaptação, menor os efeitos negativos da monensina na degradação da fibra bruta no rúmen, e afirmam que período de vinte e um dias de adaptação foi demonstrado um aumento na digestibilidade da fibra. Todavia, com período de doze dias de adaptação, ocorreu uma diminuição na digestibilidade da fibra. No presente trabalho foram utilizados quatorze dias de adaptação.

Outras possíveis discussões do efeito dos ionóforos sobre a digestibilidade da fibra tem sido comumente explicado na literatura como sendo decorrente do aumento do

tempo de retenção da MS no rúmen (Ellis et al. 1983), decorrente do menor consumo voluntário de alimentos (Roger & Davis, 1982), melhora das condições ruminais (Branine & Galyean, 1990) ou aumento do estímulo à ruminação (Knowlton, et al., 1996).

Por outro lado, a presença do probiótico melhorou a digestibilidade da fibra em relação à ração testemunha. E este efeito benéfico pode ser devido ao modo de ação potencial da presença das leveduras, que entre outros é de aumentar o número de bactérias, especialmente as celulolíticas, reduzir os teores de amônia e aminas tóxicas, reduzir os teores de lactato e garantir maior estabilidade no pH ruminal (Harris, 1994 citado por Simas, 2000).

A digestibilidade ruminal do amido (% do ingerido) foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pela presença de aditivos e espécie animal. Para este coeficiente, em função da % do ingerido, a ração com inclusão de ionóforo apresentou valor de 71,4%, seguido da ração com probiótico (70,4%) e da ração testemunha com 68,9%. Trabalhos revisados por Van Nevel (1991), mostraram que a digestibilidade ruminal do amido não foi alterado pela inclusão de monensina sódica à dieta. Todavia, o autor ressalta que para o processo de otimização da fermentação ruminal, a minimização da fermentação ruminal do amido seria o melhor resultado.

Verificou-se maior ( $P < 0,05$ ) digestão ruminal da MO (% do total digerido) de 61,2% para os búfalos, em relação aos 59,0% dos bovinos. Numericamente e biologicamente essas diferenças são pequenas. Em média, para ambas espécies, do total digerido 60,1% de MO foram digeridos no rúmen. Esse valor é inferior ao valor médio observado por Valadares Filho et al. (1990) de 72,1% de MO digeridas no rúmen, de novilhos Holandeses, Nelores e búfalos, que não diferiram entre si quando alimentados

com dieta purificada e semipurificada de celulose de madeira. O AFRC (1993) adotou valor médio de 65% para MO aparentemente digerida no rúmen para várias dietas.

Os CDR da FDN e da FDA (% do ingerido e do total digerido) em função das espécies estudadas resultaram em maiores valores observados para os bubalinos, quando comparado aos bovinos.

As médias observadas para CDR do amido como % do total ingerido em relação às espécies estudadas (bubalino e bovino), o maior valor apresentado foi de 70,9% para a espécie bovina, enquanto que para a espécie bubalina foi de 69,6% para a digestão ruminal do amido. Maeda (2004) também observou que a digestão do amido expresso como % do ingerido, foi influenciado pela espécie através do aumento linear dos teores de concentrado, sendo as médias como % do total ingerido, respectivamente de 83,7% para os bovinos e de 70,2% para os búfalos. O autor ressaltou que o menor valor de CDR para os búfalos foi em função do menor consumo de amido, e provavelmente devido ao período de adaptação. Segundo a literatura, os búfalos apresentam maior digestão ruminal para os carboidratos solúveis em relação aos bovinos holandeses (Valadares Filho et al., 1990). Estes autores observaram valor médio de digestibilidade ruminal superior ao presente trabalho (92,7% do total digerido), e ressaltaram que a ração era purificada, ou seja, não se utilizou o milho e sim o amido do milho. Além disso, o búfalo retém a ingesta no rúmen por um tempo maior que os bovinos (Bartocci et al., 1997) e, além disso, há uma diferença de microflora entre as duas espécies e na concentração ruminal de bactérias fibrolíticas, a qual é mais intensa nos búfalos em relação ao bovino, o que poderia influenciar na degradação ruminal da proteína e dos carboidratos no rúmen (Kennedy et al. 1982).

As médias para os coeficientes de digestibilidade intestinal (CDI) da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO), da proteína bruta (PB), da fibra em detergente neutro

(FDN), da fibra em detergente ácido (FDA), do extrato etéreo (EE) e do amido (AM) estão mostrados na Tabela 4. Houve diferença ( $P < 0,05$ ) para CDI da MS, MO, PB, FDN, FDA, EE e AM entre as rações experimentais (sem ou com aditivos), e houve diferença ( $P < 0,05$ ) para o CDI da MS, MO, PB, FDN e AM em função das espécies bubalina e bovina, todavia para o CDI da FDA (% dos totais ingerido e do digerido) não houve efeito ( $P > 0,05$ ) em função das espécies bubalina e bovina.

A presença de ionóforo aumentou a digestibilidade intestinal (% do que chega ao compartimento) da MS, MO, PB e EE em relação à ração sem aditivo e ração com a presença de probiótico, que não diferiram entre si com exceção do CDI da PB. Para este nutriente o probiótico prejudicou a digestibilidade intestinal em relação a não adição de aditivos.

Para os carboidratos estruturais, FDN e FDA (% do total digerido) as presenças do probiótico e do ionóforo, reduziram de modo geral, a digestão neste compartimento em relação à ração testemunha, principalmente com relação ao FDA, uma vez que tiveram efeito positivo na digestão ruminal, aumentando a digestibilidade. E a digestão nos intestinos refere-se ao intestino grosso, uma vez que é, neste compartimento que vai ser digerido os carboidratos estruturais que escapou do rúmen. A digestão da FDN (% do total digerido) nos intestinos foi semelhante entre a ração testemunha e com a presença do probiótico.

Verificou-se que a digestão intestinal da MS, PB, FDN e amido (% do que chega ao compartimento) foi superior para bovinos em relação aos búfalos. Essa superioridade na digestão intestinal dos bovinos em relação aos bubalinos pode ser resultado do menor tempo de permanência da digesta nos intestinos, devido ao menor comprimento dos intestinos em búfalos em relação aos bovinos (Bartocci et al. 1997). Este fato talvez possa explicar esta superioridade dos bovinos em relação aos valores médios

observados para a digestibilidade no ID apresentados pelos bubalinos. Entretanto, para a digestibilidade intestinal da fração do EE e da FDA não se verifica diferença entre as espécies, talvez pelo baixo teor de EE das rações, e que a diferença no tamanho de partícula e tempo de permanência não tenha limitado esta digestão. Para o CDI da FDA, os valores obtidos para o presente trabalho, compreendem intestino delgado + intestino grosso, pois no intestino delgado não há digestão de fibra.

Zeoula et al. (1997) não observaram diferença na digestão da celulose no intestino delgado com fontes de amido e entre grupos genéticos cujo valor médio foi de 12,9%. Da mesma forma, Cardoso et al. (2000) não verificaram efeito do teor de concentrado e apresentaram 16,3 e 8,6% de digestibilidade da FDN no intestino delgado para os teores de 37,5 e 62,5% de concentrado.

O menor CDI do AM observado para os búfalos pode ser devido a um curto período de adaptação ao incremento do fluxo de amido para o intestino. Maeda (2004) observou para digestão intestinal do AM (% do que chega no compartimento) valor superior para bovinos (70,9%) em relação aos bubalinos (52,3%). Segundo Croom et al. (1992), citados por Zeoula & Caldas Neto (2001) a limitação intestinal do amido pode ocorrer devido a uma falta de sincronização entre o fluxo de amido para o intestino e secreção de amilase. É provável pelos resultados observados que os búfalos, por serem ainda animais rústicos e ainda não sofreram seleção tão intensa como os bovinos para se alimentarem com dietas contendo concentrado, apresentem limitações mais acentuadas o que refletiu numa menor digestibilidade intestinal do amido.

As médias para os coeficientes de digestibilidade ruminal (CDR), da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), do extrato etéreo (EE) e da matéria orgânica (MO) estão mostrados na Tabela 5. Houve efeito da interação ( $P < 0,05$ ) entre rações experimentais

(sem ou com aditivo) e espécie (bubalina e bovina), sobre os CDR da MS, MO, PB e do EE.

Para o CDR da MS expresso na % do total digerido para espécie bubalina, não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre as rações sem ou com adição de ionóforo ou probiótico. Para a espécie bovina, a digestibilidade ruminal da MS expressa na % do total digerido, para as rações com a adição de ionóforo (55,8%) ou probiótico (56,2%) foram superiores a ração testemunha (53,4%). Para alguns autores (Newbold et al., 1995; Nicodemo, 2001) o uso de fungos unicelulares, especialmente do gênero *Saccharomyces*, em alimentação de bovinos de corte estaria ligado ao aumento na digestibilidade ruminal de matéria seca, especialmente da fibra.

Ao comparar os experimentos *in vitro* e *in vivo* deste estudo, verificou-se que o uso de ionóforo no experimento *in vivo*, a digestibilidade da MS aumenta no trato total, independente da espécie animal, diferente dos resultados *in vitro*, pois observou-se uma interação da dieta e espécie. Para a espécie bubalina, a inclusão de ionóforo na ração provocou uma redução da digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) quando comparada às rações testemunha e com probiótico, principalmente para o teor de 50% de concentrado. Para a espécie bovina o ionóforo foi prejudicial para a DIVMS em qualquer teor de concentrado. Com relação ao uso do probiótico nos experimentos *in vitro* e *in vivo*, para a espécie bubalina, verificou-se comportamento semelhante entre ambos experimentos, mostrando que não há necessidade da inclusão de probiótico para búfalos em resposta ao maior número de microrganismos celulolíticos. Contudo, para a espécie bovina a presença de probiótico teve efeito positivo em dietas com 50% de concentrado.

O melhor CDR da PB (% do total ingerido) para espécie bubalina foi observado para a ração com ionóforo (4,7%) em relação à ração com probiótico (7,9%) e dos

Tabela 5 – Médias para os coeficientes de digestibilidade ruminal e intestinal em função das rações experimentais e da espécie animal.

Table 5 – Coefficient ruminal digestibility means in function of experimental diets and animal species.

Nutrientes <i>Nutrients</i>	Rações experimentais (% MS) <i>Diets experimental</i>						DP <sup>3</sup> <i>SD</i>
	Bubalinos <i>Bubaline</i>			Bovinos <i>Bovine</i>			
	testemunha <i>control</i>	ionóforo <i>Ionophore</i>	probiótico <i>probiotic</i>	testemunha <i>control</i>	ionóforo <i>ionophore</i>	probiótico <i>probiotic</i>	
<b>Digestão Ruminal (<i>Ruminal digestion</i>)</b>							
MS <sup>1</sup> ( <i>DM</i> <sup>1</sup> )	36,9 <b>Ba</b>	40,2 <b>Aa</b>	37,4 <b>Ba</b>	33,6 <b>Cb</b>	37,9 <b>Ab</b>	35,9 <b>Bb</b>	37,0 ± 2,12
MS <sup>2</sup> ( <i>DM</i> <sup>2</sup> )	60,1 <b>Aa</b>	59,1 <b>Aa</b>	59,7 <b>Aa</b>	53,4 <b>Bb</b>	55,8 <b>Ab</b>	56,2 <b>Ab</b>	57,4 ± 2,70
MO <sup>1</sup> ( <i>OM</i> <sup>1</sup> )	38,9 <b>Ba</b>	43,5 <b>Aa</b>	40,3 <b>Ba</b>	37,3 <b>Bb</b>	39,8 <b>Ab</b>	39,5 <b>Aa</b>	39,9 ± 2,00
PB <sup>1</sup> ( <i>CP</i> <sup>1</sup> )	9,0 <b>Aa</b>	4,7 <b>Ca</b>	7,9 <b>Ba</b>	6,5 <b>Bb</b>	5,0 <b>Ca</b>	7,9 <b>Aa</b>	6,8 ± 1,65
PB <sup>2</sup> ( <i>CP</i> <sup>2</sup> )	15,0 <b>Aa</b>	7,1 <b>Ba</b>	13,6 <b>Aa</b>	10,2 <b>Bb</b>	7,6 <b>Ca</b>	13,1 <b>Aa</b>	11,1 ± 3,14
EE <sup>1</sup> ( <i>EE</i> <sup>1</sup> )	4,6 <b>Aa</b>	3,0 <b>Ba</b>	4,8 <b>Aa</b>	2,9 <b>Bb</b>	2,0 <b>Bb</b>	5,0 <b>Aa</b>	3,71 ± 1,24
EE <sup>2</sup> ( <i>EE</i> <sup>2</sup> )	6,4 <b>Aa</b>	3,9 <b>Ba</b>	6,4 <b>Aa</b>	4,0 <b>Bb</b>	2,5 <b>Bb</b>	6,9 <b>Aa</b>	5,0 ± 1,80
<b>Digestão Intestinal (<i>Intestinal digestion</i>)</b>							
MS <sup>1</sup> ( <i>DM</i> <sup>1</sup> )	39,9 <b>Ab</b>	40,9 <b>Ab</b>	40,3 <b>Ab</b>	46,6 <b>Aa</b>	44,2 <b>Ba</b>	43,2 <b>Ba</b>	42,6 ± 2,70
PB <sup>1</sup> ( <i>CP</i> <sup>1</sup> )	85,0 <b>Bb</b>	92,9 <b>Aa</b>	86,4 <b>Ba</b>	89,8 <b>Ba</b>	92,4 <b>Aa</b>	86,9 <b>Ba</b>	88,9 ± 3,14
EE <sup>1</sup> ( <i>EE</i> <sup>1</sup> )	93,6 <b>Bb</b>	96,1 <b>Ab</b>	93,6 <b>Ba</b>	96,0 <b>Aa</b>	97,4 <b>Aa</b>	93,1 <b>Ba</b>	95,0 ± 1,80

Letras maiúsculas comparam médias na linhas entre rações experimentais (testemunha, ionóforo e probiótico) dentro da espécie (bubalino e bovino), e letras minúsculas comparam médias nas linhas entre as espécies dentro das rações experimentais. Médias seguidas com letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). <sup>1</sup> - % do total ingerido; <sup>2</sup> - % do total digerido; <sup>3</sup> Probabilidades: DP = desvio – padrão. Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). Capital letters compared means within a line among experimental diets (control, ionophore and probiotic) inside at animal specie (bubaline and bovine), and small letters compared means within a line among at specie inside experimental diets. Means followed by different letters, differ by Tukey test ( $P < 0.05$ ). <sup>1</sup> - % of intake; <sup>2</sup> - % of total digestion; <sup>3</sup> Probabilities: SD = standart desviation. . Dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ether extract (EE) and starch (S)

9,0% da ração testemunha. Também para espécie bovina a digestão ruminal da PB expressa como % do total ingerido apresentou como melhor valor de 5,0% ( $P < 0,05$ ) para a ração com ionóforo, seguido da ração testemunha (6,5%) e da ração com probiótico (7,9%). Assim sendo, o CDR da PB (% do ingerido) da ração com ionóforo destaca-se por apresentar em ambas espécies os menores valores. Isso condiz com a literatura, haja vista que os ionóforos parecem diminuir a degradação da proteína ruminal, sem diminuir ou afetando pouco a proteólise, portanto diminuindo a degradação de peptídeos (Bergen & Bates, 1984; Medeiros & Lanna, 1999; Lana et al., 2000; Nicodemo, 2001; Barbosa et al., 2001; Rodrigues et al., 2001; Oliveira et al., 2004).

Para a digestão ruminal do EE (em % do total digerido) na espécie bubalina o melhor ( $P < 0,05$ ) valor médio foi obtido para a ração com inclusão de ionóforo de 3,9%, seguida de 6,4% das rações testemunha ou com adição de probiótico que foram semelhantes. Todavia, para o CDR do EE (% do total digerido) para a espécie bovina os melhores resultados ( $P < 0,05$ ) foram apresentados pela ração com adição de ionóforo com 2,5% e pela ração testemunha com 4,0% as quais foram semelhantes. Entretanto, a ração com inclusão de probiótico apresentou o maior valor de 6,9% para a digestão ruminal do EE.

Independente da adição de ionóforo ou de probiótico às rações com 50% de concentrado, a digestão ruminal da MS (% do total digerido) foi superior ( $P < 0,05$ ) para espécie bubalina. Garcia (1982) não observou diferença na digestão ruminal da MS entre holandês, Zebu,  $\frac{1}{2}$  holandês-zebu e búfalo; porém notou tendência de maior digestão ruminal da MS para o búfalo, quando alimentado com ração que continha 40% de volumoso e 60% concentrado do que com ração com 40% de concentrado.

A presença de ionóforo ou probiótico às rações com 50% de concentrado o CDR da PB (% do total ingerido) não determinou efeito ( $P>0,05$ ) dentro das espécies bubalina e bovina, portanto, foram semelhantes. Entretanto, quando analisamos os valores médios para as rações testemunhas dentro de espécie, o CDR da PB (% do ingerido) para a espécie bovina apresentou menores perdas de 6,47% para a proteína ruminal, em relação aos 9,01% da espécie bubalina. Assim, quando se observa o CDR da PB (% total ingerido) entre espécies dentro da ração testemunha, os resultados indicaram maior digestão da proteína no rúmen para os búfalos e conseqüente desaparecimento do nitrogênio, o que significou maior absorção de amônia pela parede do rúmen. De fato, as concentrações de amônia ruminal para os búfalos após quatro horas da alimentação permaneceram mais elevadas do que para os bovinos (Tabela 3A), embora, não houve diferença ( $P>0,05$ ) para concentração de amônia entre as espécies.

Quando consideramos o CDR do EE (% do total digerido) entre as espécies estudadas, as rações testemunha e com adição de ionóforo foram superiores ( $P<0,05$ ) para espécie bubalina. Todavia, para a ração com probiótico em 50% de concentrado foram semelhantes ( $P>0,05$ ) entre bubalinos e bovinos.

Houve efeito ( $P<0,05$ ) da interação entre as rações experimentais (sem ou com aditivos) e as espécies (bubalina e bovina) para os CDI da MS, PB e EE (% do total digerido) e estas médias apresentadas na Tabela 5.

Quando a digestão intestinal da MS, PB e EE foi expressa como % do total digerido, verifica-se que na espécie bubalina, a ração com ionóforo foi superior a ração com probiótico e testemunha para a digestão intestinal da proteína (92,9%), extrato etéreo (96,1%) e para matéria seca (40,3%), não houve diferença entre as rações experimentais.

Para espécie bovina verificou-se o mesmo comportamento que para os búfalos, somente à digestão intestinal da PB (92,4%), onde o ionóforo teve efeito positivo em relação às demais rações. Quanto a digestão intestinal da MS, melhor resultado foi observado para a ração testemunha (46,6%) e para a fração de EE a ração testemunha e a presença de ionóforo foram superiores à ração com probiótico, respectivamente 96,0%, 97,4% e 93,1%. Independente da adição de ionóforo ou probiótico às rações com 50% de concentrado a digestão intestinal da MS como % do total digerido foi superior para a espécie bovina.

Entretanto, da MS total digerida, quando observamos as rações experimentais dentro da espécie, observamos que a MS digerida nos intestinos (intestino delgado + intestino grosso) para ração testemunha na espécie bubalina foi de 39,9%, valor este inferior a ração testemunha de 46,6% obtido pela espécie bovina. Valor inferior foi observado por Zeoula et al. (1997) para a digestibilidade no intestino delgado da MS (% do total digerido) com média de 32,6%, não diferindo entre bovinos holandeses, nelores e búfalos.

Independente da adição de ionóforo e de probiótico as rações com 50% de concentrado a digestão intestinal da PB como (% do total digerido) foi superior ( $P < 0,05$ ) para espécie bovina com a ração testemunha. Segundo Bartocci et al. (1997) os búfalos têm a capacidade de atacar e fermentar a proteína no rúmen muito mais rápido que a espécie bovina, permanecendo mais tempo a digesta no rúmen. Desta forma, o menor valor para CDI da PB é devido a maior digestão observada no rúmen dos búfalos. De forma análoga, admite-se maior participação do intestino delgado na digestão da PB nos bovinos, em razão da menor participação ruminal, sendo observado no presente trabalho.

Quando se observou o valor para o CDI do EE (% do total digerido) entre as espécies dentro das rações experimentais, verificou-se uma superioridade da espécie bubalina em relação à espécie bovina, apesar da ração com adição de probiótico ser semelhante em ambas espécies.

### Conclusões

A presença de ionóforo em ração com 50:50 volumoso:concentrado, apresentou melhor aproveitamento para os CDA da MS, MO, PB, EE e amido, mas, para a digestão de fibra, a ração com probiótico apresentou-se superior às rações com ionóforo e testemunha.

Com relação à espécie animal, para os bovinos, a presença de ionóforo foi benéfico para CDA da PB e AM. Todavia, para a espécie bubalina, o maior efeito foi para o CDA da FDN.

O uso de ionóforo na ração propiciou melhor efeito na digestão ruminal de fibra, quando comparado à ração testemunha.

Com relação à espécie animal, a adição do ionóforo foi mais acentuada em reduzir a digestão ruminal da PB em bovinos do que em bubalinos.

Independente da adição de aditivos em ração com 50:50 volumoso:concentrado, a digestão intestinal da MS foi superior para espécie bovina em relação à espécie bubalina.

### Referências Bibliográficas

- ABDULLAH, N.; NOLAN, J.V.; MAHYUDDIN, M. et al. Digestion and nitrogen conservation in cattle and buffaloes given rice straw with or without molasses. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.119, n.2, p.255-263, 1992.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). **Energy and protein requeriment of ruminants**. Wallingford, UK. CAB international. 1993, 159p.
- BARBOSA, N.G.S.; LANA, R.P.; MÂNCIO, A.B. Fermentação da proteína de seis alimentos por microrganismos ruminais, incubados puros ou com monensina ou rumensin<sup>®</sup>. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1316–1324, 2001.
- BERCHIELLI, T.T. **Efeito da relação volumoso:concentrado sobre a partição da digestão, a síntese de proteína microbiana, produção de ácidos graxos voláteis e o desempenho de novilhos em confinamento**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1994. 104p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Minas Gerais, 1994.
- BERGEN, W.G.; BATES, D.B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1465-1483, 1984.
- BRANINE, M.E.; GALYEAN, M.L. Influence of grain and monensin supplementation on ruminal fermentation, intake, digesta kinetics and incidence and severity of frothy bloat in steers grazing winter wheat pasture. **Journal of Animal Science**, v.68, p.1139-1150, 1990.
- BARTOCCI, S.; AMICI, A.; VERNA, M. et al. Solid and fluid passage rate in buffalo, cattle, and sheep fed diets with different forage to concentrate ratios. **Livestock Production Science**. v.52, p.201-208, 1997.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. 1. ed. São Paulo: Campinas, 2002. 430 p.
- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes teores de concentrado, em novilhos f1 Limousin X Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de Nutrição de Ruminantes**. Piracicaba, SP, Livrocetes. 1979. 380p
- DEVENDRA, C. The utilization of nutrient, feeding systems and nutrient requirements of swamp buffaloes. In: SIMPOSIUM ON THE WATER BUFFALOES, 1983, Tsukuba, Japan. **Proceedings...**,1983, 34p.
- DOMESCIK, E.J.; MARTIN, S.A. Effects of laidiomycin propionate and monensina on the in vitro mixed ruminal microorganism fermentation. **Journal of Animal Science**, v.56, n.8, p.2305-2312, 1999.
- ELLIS, W.C.; HORN, G.W.; DELANEY, D. et al. Effects of ionophores on grazed forage utilization and their economic value for cattle on. wheat pasture. In: NATIONAL WHEAT PASTURE SYMPOSIUM, Stillwater, 1983. **Proceedings**, Stillwater: Aricultural Experimental Station, 1983, p.343

- EZEQUIEL, J.M.B. **Exigência de proteína e minerais de bovídeos: frações endógenas.** Viçosa, MG: UFV, 1987. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1987.
- GALLOWAY, S.R.D.L.; GOETSCH, A.L.; PATIL, A. et al. Feed intake and digest by Holstein steer calves consuming low-quality grass supplemented with lasalocida or monensin. **Canadian Journal of Animal Science**, v.73, p.869-879, 1993.
- GARCIA, A.B. **Digestão parcial e total de carboidratos em quatro diferentes grupos genéticos de novilhos.** Viçosa, MG: UFV, 1982. 68p. Dissertação (mestrado em zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1982.
- GOMES, S.Z. **Digestão parcial e total da proteína e energia e consumo voluntário de matéria seca por diferentes grupos genéticos de bovinos.** Viçosa, MG: UFV, 1982. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1982.
- GONÇALVES, L.C.; COELHO DA SILVA, J.F.C.; ESTEVÃO, M.M. et al. Consumo e digestibilidade da matéria seca e da energia em zebuínos e taurinos, seus mestiços e bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.4, p.384-395, 1991.
- GOODRICH, R.D.; GARRETT J.E.; GHAZI, D.R. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1484-1498, 1984.
- GREENE, W. Use of *Saccharomyces cerevisiae* in beef cattle. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 4., 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. p.79-96.
- HUSSAIN, I.; CHEEKE, P.R. Evaluation of annual ryegrass straw corn juice silage with cattle and water buffalo: Digestibility in cattle vs buffalo, and growth performance and subsequent lactational performance of Holstein heifers. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.3, p.195-202, 1996.
- KAMALAMMA; KRISHNAMOORTHY, U.; KRISHNAPPA, P. Effect of feeding yeast culture (Yea-sacc<sup>1026</sup>) on rumen fermentation in vitro and production performance in crossbred dairy cows. **Animal Feed Science Technology**, v. 57, p. 247-256, 1996.
- KAWASHIMA, T. Role of native ruminants in establishment of sustainable agricultural systems in northeast Thailand, acesso em: 10 de janeiro de 2005, disponível em: <http://ss.jircas.affrc.go.jp/kanko/working%20report/No.30/30-01-10.pdf>.
- KENNEDY, P.M. Ruminant and intestinal digestion in Brahman crossbred and Hereford cattle fed alfalfa or tropical pasture hay. **Journal of Animal Science**, v.55, n.5, p. 1190-1199. 1982.
- KNOWLTON, K.F.; ALLEN, M.S.; ERIKSON, P.S. Lasalocid and particle size of corn for dairy cows in early lactation: 2. Effect on ruminal measurements and feeding behavior. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.565-574, 1996.
- LANA, R.P.; CUNHA, L.T.; BORGES, A.C. Efeito da monensina na fermentação da proteína de algumas fontes de alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.1868-1875, 2000.
- MEDEIROS, S.R.; LANNA, D.P. Uso de aditivos na bovinocultura de corte. In: ANAIS DO SIMPÓSIO GOIANO SOBRE A PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1, Goiânia, GO, 1999. **Anais...** Goiânia, 1999, p.171-190.

- MAEDA, E.M. **Consumo e digestibilidade total e parcial de rações com teores de concentrado em bubalinos e bovinos.** Maringá, PR: UEM, 2004. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle.* 7<sup>a</sup> ed., Washington: National Academy of Press, 2001. 157p.
- NEWBOLD, C.J.; WALLACE, R.J.; CHEN, X.B. et al. Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers *in vitro* and in sheep. **Journal of Animal Science.** v.73, n.6, p.1811-1818, 1995.
- NICODEMO, M.L.F. Uso de aditivos na Dieta de Bovinos de Corte. 2001, Campo Grande – EMBRAPA Gado de Corte, p.9-53, outubro 2001.
- OLIVEIRA, J.S.; LANA, R.P.; BORGES, A.C. et al. Efeito da monensina e extrato de própolis sobre a produção de amônia e degradabilidade *in vitro* da proteína bruta de diferentes fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.504–510, 2004.
- OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J. et al. Acidosis in Cattle: A Review. **Journal of Animal Science**, v.76, p.275, 1998.
- PEREIRA, E. S.; QUEIROZ, A. C.; PAULINO, M. F. et al. Fontes nitrogenadas e uso de *saccharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhos: consumo. Digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 563 – 572, 2001.
- PEREIRA, J.R.A, ROSSI, P. *Manual prático de avaliação nutricional de alimentos.* Piracicaba:FEALQ, 1995.
- PRADHAN, K.; BHATIA, S.K.; SANGWAN, D.C. Feed consumption pattern, ruminal degradation, nutrient digestibility and physiological reactions in buffalo and cattle. **Indian Journal of Animal Sciences**, New Delhi, v.67, n.2, p.149-151, Feb. 1997.
- PASSINI, R.; RODRIGUES, P.H.M.; CASTRO, A.L. et al. Parâmetros de fermentação ruminal em bovinos alimentados com grãos de milho ou sorgo de alta umidade ensilados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1266–1274, 2003.
- QUEIROZ, R.C.; BERGAMASCHINE, A.F.; BASTOS, J.F.P. et al. Uso de produto à base de enzima e levedura na dieta de bovinos: Digestibilidade dos nutrientes e desempenho em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p. 1548-1556, 2004.
- RODRIGUES, P.H.M.; MATTOS, W.R.S.; MELOTTI, L. et al. Monensina e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso/concentrado. **Scientia Agrícola**, v.58, n.3, p.449-455, 2001.
- ROGERS, J.A.; DAVIS, C.L. Rumen volatile acid fatty production and nutrient utilization in steers fed a diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. **Journal of Dairy Science**, v.65, p.944-952, 1982.
- RUSSELL, J.B. Bacteria: mechanisms of ionophore action in ruminal bacteria. In: SYMPOSIUM SCIENTIFIC UP DATE ON RUMENSIN/TYLAN FOR THE PROFESSIONAL FEEDLOT CONSULTANT, 1996, Amarillo, TX, Indianapolis, IN, *Proceedings...* Indianapolis: Elanco Animal Health, 1996, p. E1 – E19.

- RUSSELL, J.B., MARTIN, S.A. Effects of various methane inhibitors on the fermentation of amino acids by mixed rumen microorganisms *in vitro*. **Journal of Animal Science**, v.59, p.1329–1338, 1984.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos**. 3<sup>a</sup> ed. Viçosa: UFV -Imprensa universitária, 2002. 235p.
- SIMAS, J.M.; NUSSIO, C.M. Uso de aditivos para vacas leiteiras. In: ANAIS DO SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 1, Lavras, MG, 2000. **Anais...** Lavras, 2000, p.1-15.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Sistema de análise estatística e genética (SAEG)**. versão 8.0. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. et al. Digestão total e parcial da matéria seca, matéria orgânica e carboidratos em novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.5, p.416-423, 1990.
- VAN KEULEN, J.; YOUNG, B.A. Evaluation of acid-insoluble ash as a marker in ruminant digestibility studies. **Journal of Animal Science**, v.44, n.2, p. 283-287, 1977.
- VAN NEVEL, C.J. Modification of rumen fermentation by the use os additives. In: Rumen. **Microbial Metabolism and Ruminant Digestion**. Paris: INRA, p.263–280, 1991.
- VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Manipullation of rumen fermentation. In: HOBSON, P.N. *The rumen microbial ecosystem*. London. **Elsevier Applied Science**, p.387–443, 1988.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Lomdon: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.
- WALLACE, R.J. Manipulation of rumen function: Ionophores, Yeast culture and Biotechnology. **Biotechnologist in the Feed Industry**, p. 193 – 203, 1992.
- WESSELS, R.H.; TITGEMEYES, E.C.; ARMENDARIZ, C.K. et al. Lasalocid effects on ruminal degradation of protein and post ruminal supply of aminoacids in Holstein Steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1802–1808, 1996.
- ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE, 2001, Lavras, MG. **Anais...**Lavras: UFLA-FAEPE, 2001. p.249-284.
- ZEOULA, L.M.; COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. et al. Total and partial digestibility in *Bos taurus*, *Bos taurus indicus* and buffalo fed on diets with different sources of starch in the presence or absence of urea: 2. Carbohydrates. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 5. 1997, Italia. **Proceedings...**Italia: 5<sup>th</sup> World Buffalo Congress, 1997.p.286-290.

**Digestibilidade Parcial, Total e Fermentação Ruminal de Rações com 80% de Volumoso e 20% de Concentrado com a Inclusão de Ionóforo ou Probiótico para Bubalinos e Bovinos**

RESUMO: Avaliaram-se os efeitos do ionóforo (monensina sódica) e do probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* + selênio + cromo) em rações com 80% de volumoso sobre os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e parcial dos nutrientes. Utilizaram-se três búfalos, da raça Murrah (*Bubalus bubalis*) e três bovinos, da raça Holandesa (*Bos taurus*), com peso médio de  $520 \pm 30$  kg e  $480 \pm 182$  kg, respectivamente, portadores de cânula ruminal e duodenal, distribuídos em delineamento experimental com dois quadrados latinos  $3 \times 3$ , com um arranjo fatorial  $3 \times 2$ , sendo, a ausência ou presença de aditivos: ionóforo ou probiótico e duas espécies. O indicador interno do fluxo fecal e duodenal foi a Cinza Insolúvel em Ácido. A digestibilidade parcial dos nutrientes em bubalinos não pôde ser determinada, pois estes apresentaram problemas no último período de coleta do quadrado latino, com perdas de cânulas e morte dos animais. Desta forma, foi conduzido simultaneamente ao ensaio de digestão parcial com bovinos, um ensaio de degradabilidade ruminal da MS, PB e FDN do feno de Tifton 85 para búfalos e bovinos. A adição de ionóforo na ração teve efeito ( $P < 0,05$ ) no CDA da PB, mas principalmente para espécie bubalina. Entretanto, a ração com probiótico teve efeito ( $P < 0,05$ ) na digestão total da fibra para os búfalos. O ionóforo em rações com 80:20 volumoso:concentrado diminuiu ( $P < 0,05$ ) a digestibilidade ruminal e aumentou ( $P < 0,05$ ) a digestibilidade intestinal da PB em bovinos. O probiótico aumentou a digestão ruminal da fibra em bovinos. A presença de ionóforo aumentou ( $P < 0,05$ ) a degradabilidade potencial e efetiva da PB. Ainda, para a degradabilidade potencial e efetiva da PB foi superior ( $P < 0,05$ ) para búfalos em relação aos bovinos quando alimentados com a ração testemunha.

Palavras-chave: aditivos, digestibilidade aparente, digestão parcial, levedura, monensina sódica

**Partial, Total Digestibility and Ruminal Fermentation of Rations with 80% of Roughage and 20% of Concentrate with the Ionophore or Probiotic Inclusion to Bubaline and Bovine**

ABSTRACT: The effects of the ionophore (sodic monensin) and of the probiotic (*Saccharomyces cerevisiae* + selenium + chrome) were evaluated in rations with 80% of roughage on the total (CAD) and partial of the nutrients digestibility coefficients. Three Murrah buffalos (*Bubalus bubalis*) and three steers Holstein (*Bos Taurus*), with of  $520 \pm 30$  kg and  $480 \pm 182$  kg of average weight respectively, and ruminal and duodenal cannulas were used: the animals were design in to with two Latin 3 x 3 squares, with a 3 x 2 factorial arrangement, considering the additives absence or presence: ionophore or probiotic and two species. The insoluble acid ash was the internal marker fecal and duodenal flow. The nutrient partial digestibility in bubaline cannot be determined, because they had problems in the last collect period of the Latin square, with cannulas losses and animals death. Because of this it was simultaneously led with the bovine partial digestion, a DM, CP and NDF degradability trial to the Tifton 85 hay for buffalos and bovine. The ration ionophore addition had a effect ( $P < 0.05$ ) in total digestibility of CP, but mainly for bubaline species. However, the ration with probiotic, had a effect ( $P < 0.05$ ) in the total digestion of the fiber to the buffalos. The ionophore in rations with 80:20 roughage:concentrate decreased ( $P < 0.05$ ) the ruminal digestibility and increased ( $P < 0.05$ ) the intestinal digestibility of CP in bovine. The probiotic increased the ruminal digestion of the fiber in bovine. The ionophore presence increased ( $P < 0.05$ ) the CP potential and effective degradability. To the CP potential and effective degradability was higher ( $P < 0.05$ ) to buffalos in relation to the bovine when fed with the control ration.

Key words: additive, apparent digestibility, yeast, partial digestion, sodic monensin

## Introdução

Dentre os fatores que afetam o crescimento e a eficiência das bactérias ruminais, a energia e a proteína são os principais, contudo, outros fatores contribuem com a fermentação ruminal, como o pH e taxa de passagem, que por sua vez são determinados pelo teor de consumo, qualidade e proporção do volumoso na dieta total, tipo e processamento dos carboidratos dos alimentos (Van Soest, 1994).

Os microrganismos da flora ruminal são de fundamental importância para os animais ruminantes, pela transformação dos carboidratos estruturais, principais constituintes das gramíneas, em ácidos graxos voláteis (AGVs), que são fontes de energia disponíveis para absorção pelo sistema digestivo. Estes ainda contribuem com o suprimento de proteínas e vitaminas aos animais, após a digestão e absorção das mesmas no intestino delgado. Daí a importância de se saber cada vez mais sobre suas atividade dentro do rúmen e principalmente quando estes microrganismos são alvos dos mecanismos de ação dos ionóforos (antibióticos) e probióticos.

Para Sampaio et al. (2000), os ruminantes têm a capacidade peculiar de coletar, armazenar, processar e aproveitar alimentos fibrosos, inadequados ao consumo humano, convertendo-os em substâncias nutritivas que, posteriormente, são aproveitadas para produção de carne, leite, lã e trabalho. Este processo depende intimamente da fermentação ruminal realizada pelos microrganismos que habitam os pré-estômagos do animal, que por sua vez, requerem energia e proteína em quantidade e qualidade adequados a sua demanda metabólica para hidrólise e digestão de moléculas complexas como por exemplo a celulose.

O ionóforo tem sido utilizado na alimentação de bovinos de corte por mais de 20 anos para aumentar a eficiência alimentar (Goodrich et al., 1984; Russell & Strobel, 1988). A monensina sódica é mais eficiente contra bactérias gram – positivas, maiores

produtoras de hidrogênio e precursor de metano, que contra gram – negativas. Quando a produção de hidrogênio e metano diminui, os cofatores reduzidos durante a fermentação dos carboidratos são oxidados na produção do propionato, aumentando a retenção de energia pelo animal (Goodrich et al., 1984).

A monensina também tem sido utilizada em bovinos sob pastejo, mas existem poucos dados sobre a eficiência alimentar nestas condições, animais em pastagens e suplementados ganharam 13,5% mais peso que animais controle (Goodrich et al., 1984), sugerindo que as bactérias ruminais de animais recebendo forragem podem ser mais sensíveis ao ionóforo, que aquelas de animais recebendo dieta contendo concentrado.

Lana & Russell (2001), avaliaram os efeitos da monensina sobre a fermentação ruminal em bovinos sob dietas ricas em volumosos e concentrado, concluíram que as bactérias ruminais provenientes de animais recebendo dieta exclusiva de forragem são mais sensíveis a monensina, que aquelas de animais sob dietas ricas em concentrado, indicando que este ionóforo pode ter maior benefício no desempenho de bovinos em pastagens ou em dietas contendo elevado teor de volumoso.

Culturas microbianas vivas e seus extratos, também têm sido alvo de inúmeras pesquisas científicas, a ação desses microrganismos parece se concentrar na elevação do consumo, provocado por elevação na taxa de degradação da fibra e no fluxo de nitrogênio absorvível. Há aumento expressivo no número de bactérias anaeróbicas, pois aumentam o número das bactérias que utilizam lactato. Também foi observado estabilidade do ambiente ruminal, reduzindo-se as variações diurnas de pH, amônia e AGVs (Martin & Nisbet, 1992; Wallace, 1994; Adams et al., 1995; Putnam et al., 1997; Jouany et al., 1998).

Segundo Callaway & Martin (1997), o efeito mais comum da suplementação de levedura é o aumento no número de bactérias do rúmen, especialmente bactérias

celulolíticas. Alguns tipos de bactérias apresentam melhor desempenho na presença de leveduras, e alguns fatores relacionados com essa resposta são: fornecimento de fatores de crescimento – vitaminas (complexo B, ácido para-amino benzóico etc...), ácidos dicarboxílicos (fumarato, malato etc...); remoção de oxigênio por *Saccharomyces*; efeito tampão (bactérias celulolíticas preferem pH > 6) e redução do número de protozoários.

O conhecimento dos efeitos dos ionóforos e probióticos sobre os diversos processos relacionados ao melhor aproveitamento dos nutrientes, principalmente para animais em condições de pastejo, contribui para observação e conhecimento dos efeitos complementares que possam surgir.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ionóforo e do probiótico (*sacharomyces cerevisiae* + selênio + cromo) em rações ricas em volumoso sobre a digestibilidade total, parcial e degradabilidade *in situ* em bubalinos e bovinos.

### **Material e Métodos**

#### *Local:*

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) no período de março de 2004 a julho de 2004. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

#### *Animais e Instalações:*

Foram utilizados, três búfalos, castrados, da raça Murrah com peso vivo médio de  $520 \pm 30$  kg e três bovinos, castrados, da raça Holandesa, com peso vivo médio de  $480 \pm 182$  kg portadores de cânulas no rúmen e duodeno (tipo T simples). Os animais foram mantidos em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de comedouro e

bebedouro com as laterais fechadas com madeira para evitar acidentes como a retirada forçada das cânulas.

*Alimentos, aditivos e rações experimentais:*

Os alimentos utilizados para compor a ração basal do experimento foram, farelo de soja e milho. O volumoso utilizado foi o feno de Tifton 85. As três dietas utilizadas no experimento foram caracterizadas pela presença ou ausência de aditivos (ração testemunha, e ração com ionóforo e ração com probiótico). A composição química dos alimentos pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição química dos alimentos (% na MS)<sup>1</sup>

*Table 1 - Chemical composition of ingredients (% DM)<sup>1</sup>*

Alimentos <i>Ingredients</i>	%MS <i>%DM</i>	%MO <i>%OM</i>	%PB <i>%CP</i>	%FDN <i>%NDF</i>	%FDA <i>%ADF</i>	%EE <i>%EE</i>	AM% <i>%Starch</i>	CIA% <i>AIA</i>
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	89,37	94,48	47,43	14,85	7,75	1,65	13,11	0,10
Milho moído <i>Corn ground</i>	87,70	94,75	10,01	9,40	6,72	3,24	75,20	0,02
Feno de Tifton 85 <i>Tifton hay</i>	95,05	91,11	6,60	79,81	39,98	1,56	1,84	0,91
*ionóforo <i>ionophore</i>	90,33	84,24	11,88	17,35	11,03	3,79	34,50	-
*probiótico <i>probiotic</i>	92,39	85,72	38,57	2,79	1,2	3,43	3,91	-

<sup>1</sup>MS= material seca, MO= matéria orgânica, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, EE= extrato etéreo, AM= amido

<sup>1</sup>DM= dry matter, OM= organic matter, CP= crude protein, NDF= neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber, EE= ether extract, STAR= starch

\*ionóforo (monensina sódica – Rumensin<sup>®</sup>) e probiótico (levedura + selênio + cromo – Beef - sacc<sup>®</sup>)

\*ionophore (sodic monensina - Rumensin<sup>®</sup>) and probiotic (yeast + selenium + chromo – Beef -sacc<sup>®</sup>)

Os aditivos empregados neste experimento classificam-se segundo Butolo (2002), em classes com modo de ação específico, princípios ativos e nomes comerciais como: ionóforos – 10% monensina sódica – rumensin<sup>®</sup>, probióticos – levedura (*Saccharomyces cerevisiae* 5 10<sup>6</sup> ufc/g + Selênio 50 mg + Cromo 300 mg) – beef - sacc<sup>®</sup>.

A ração (basal) foi balanceada de acordo com NRC (2001), de forma a apresentar 11,0% PB na MS e 68,0% de NDT (nutrientes digestíveis totais) na MS, em uma relação de 80:20% volumoso:concentrado.

A composição percentual e química das três rações experimentais está demonstrada na Tabela 2. A ração foi fornecida aos animais duas vezes ao dia, em duas porções iguais, pela manhã (8h) e à tarde (16h), sendo o volumoso e o concentrado misturados no cocho. O feno de Tifton 85 foi triturado em tamanho de aproximadamente 3 cm por meio de picadeira de forragens. Os aditivos foram adicionados diretamente no cocho dos animais duas vezes ao dia (manhã - 8h e à tarde - 16h), para perfeita homogeneização e certeza de que os animais estariam ingerindo a dosagem recomendada pelo fabricante: 2g/animal/dia – ionóforo e 5g/animal/dia – probiótico. A dosagem foi dividida em duas doses, metade pela manhã (1g - ionóforo e 2,5g - probiótico), sendo a outra metade fornecida no período da tarde. Ainda, os aditivos foram fornecidos sempre antes das refeições, em uma pequena fração da ração, desta forma, logo após os animais terem ingerido os aditivos, a ração previamente pesada em balança eletrônica era colocada no cocho, repetindo-se o mesmo processo no período da tarde. O mesmo procedimento no fornecimento das rações foi mantido para o ensaio *in situ*.

Procedeu-se a estimativa do peso dos animais através de fita (perímetro torácico) no final de cada período de adaptação e no final de cada período de coleta. As baias e as cânulas dos animais eram lavadas duas vezes ao dia.

A digestibilidade parcial dos nutrientes em bubalinos não pode ser determinada, pois estes apresentaram problemas no último período de coleta do quadrado latino, com perdas de cânulas e morte dos animais. Desta forma, foi conduzido simultaneamente ao

ensaio de digestão parcial com bovinos, um ensaio de degradabilidade ruminal para búfalos e bovinos, onde foi incubado em sacos de náilon o feno de Tifton 85.

Tabela 2 - Composição percentual e química das rações experimentais (% na MS)

Table 2 - *Percentual and chemical composition of experimental diets (dry matter percentage)*

Ração Experimental (%)*								
<i>Experimental diet</i>								
Alimentos <i>Ingredients</i>	Farelo de soja <i>(Soybean meal)</i>	Milho moído <i>(Corn ground)</i>	Feno de Tifton 85 <i>(Tifton hay)</i>	Sal mineral <i>(Salt)</i>				
	8,0	11,0	80,0	1,0				
Nutrientes <i>(Nutrients)</i>	MS <i>(DM)</i>	MO <i>(OM)</i>	PB <i>(CP)</i>	FDN <i>(NDF)</i>	FDA <i>(ADF)</i>	EE <i>(EE)</i>	Amido <i>(Starch)</i>	CIA <i>(AIA)</i>
	93,84	91,01	10,18	66,07	33,35	1,74	10,79	0,85

\*Foi adicionado 2 g ionóforo (10% monensina sódica – Rumensin®) e adicionado 5 g do probiótico (levedura + 50 mg selênio + 50 mg cromo – beef – sacc®), perfazendo 3 rações experimentais: testemunha, ionóforo e probiótico.

MS= material seca, MO= matéria orgânica, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, EE= extrato etéreo, AM= amido, CIA= Cinza Insolúvel em Ácido

DM= dry matter, OM= organic matter, CP= crude protein, NDF= neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber, EE= eter extract, STAR= starch, AIA= Acid Insoluble Ash

Os animais receberam diariamente sal mineral na dieta, obtido da mistura 1:1 de sal comum com um suplemento comercial® contendo na sua composição por kg do produto 65,0 g de fósforo, 130,0 g de cálcio 5,0 g de magnésio, 13,0 g de enxofre, 700 mg de ferro, 850 mg de cobre, 1000 mg de manganês, 120 g de iodo e 80 g de cobalto.

O fornecimento de ração foi restrito a 2% do peso vivo (PV) (140% da exigência de energia líquida de manutenção dos animais) para diminuir os efeitos do consumo sobre os coeficientes de digestão. Todavia, os animais ingeriram 2% PV e não havia sobras da ração nos cochos.

#### *Manejo e metodologia de coleta e preparo das amostras:*

Cada período experimental (3) teve duração de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais e 7 dias de coleta. Durante o período de coleta, de cada período experimental, foram amostrados cerca de 200 ml de digesta duodenal através da cânula e 100 g de fezes diretamente no reto, com intervalo de 12h e um incremento de 2h entre dias consecutivos, num total de 12 amostras por animal. As amostras eram armazenadas em sacos plásticos, devidamente etiquetada, e congeladas (-20°C).

Após o período de coleta, as amostras de alimento, fezes e digestas duodenais foram secas em estufa a 55° C por 96 horas, moídas (1 mm) individualmente e misturadas em quantidades iguais, com base no peso seco, para formar amostras compostas de fezes e digesta por animal e para cada ração.

*Técnica “in situ”:*

A degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) do feno de Tifton 85 foram estimadas pelo método *in situ*.

O volumoso foi moído em peneira com mesh de 5mm, depois incubado em sacos de náilon, com dimensões de 10 x 17 cm e com diâmetro dos poros de 53 micra. Em cada saco foi pesado 6 g de alimento (base da MS) e para cada horário existiam três sacos, uma amostra e duas repetições (triplicata). Os sacos foram presos (triplicata), a uma barra cilíndrica de ferro inoxidável, com peso de aproximadamente 600 gramas e este foi suspenso por uma corrente de 50 centímetros de comprimento, na cânula ruminal, durante o período de incubação.

Os sacos foram incubados, no rúmen, nos seguintes tempos: 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas e a introdução dos sacos foi realizada em duas etapas para permitir que todos os sacos estivessem nas mesmas condições de fermentação. Na primeira etapa foram incubados os períodos de 6, 12 e 96 horas e com exceção do período de 96 horas, foram retirados do rúmen ao mesmo tempo. Na segunda etapa os demais períodos da incubação segue o esquema de introdução dos sacos no rúmen dos animais.

Dia	1	2	3	4
Horário de incubação	8:00	8:00	8:00	8:00
Período de incubação	96 h	72 h	48 h	24 h
	12 h			
	6 h			

Após a retirada dos sacos eram submersos em água fria, para que a atividade microbiana cessasse, embalados e congelados para posterior lavagem. Essa lavagem foi

feita em máquina de lavar, até que a água se tornasse clara (em cinco ciclos por 10 min). Todos os sacos, após a lavagem, foram pré-secos em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas, esses foram pesados e posteriormente os resíduos moídos em peneira com mesh de 1 mm e feita as análises de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Para determinar a fração solúvel estimou-se o tempo zero (0) hora, através de imersão em banho maria a 39°C, durante 30 minutos, conforme técnica utilizada por Nocek (1988).

Os dados sobre o desaparecimento da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro foram ajustados por regressão não-linear, que prediz a degradabilidade potencial (p) dos alimentos por meio do modelo proposto por Mehrez & Ørskov (1977),  $p = a + b(1 - e^{-ct})$

onde: p = taxa de degradação potencial no tempo t; a = interceptor representando a porção prontamente solúvel no rúmen; b = fração insolúvel, mas potencialmente degradável; c = taxa constante de degradabilidade da fração b; t = tempo de incubação;

$$a + b \leq 100$$

Os parâmetros não-lineares a, b e c foram estimados pelos procedimentos iterativos de quadrados mínimos (iterative least-squares). A degradabilidade efetiva (DE) foi calculada segundo o modelo matemático proposto por Ørskov & McDonald (1979),  $DE = a + ((b*c)/(c + k))$

Onde: k é taxa estimada de sólidos no rúmen; demais parâmetros foram descritos na equação anterior.

A degradabilidade efetiva da matéria seca e demais nutrientes foram estimadas para o volumoso, para as taxas de passagem de sólidos de 2%/h, 5%/h e 8%/h que são atribuídas, respectivamente, ao teor baixo, médio e alto de ingestão alimentar (AFRC, 1993).

*Indicadores:*

Para determinação dos fluxos diários de matéria seca, no duodeno e nas fezes foi utilizado como indicador interno a Cinza Insolúvel em Ácido (CIA).

*Determinação dos Coeficientes de Digestão:*

Os coeficientes de digestibilidade aparente total e parcial da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), e amido (AM) foram calculados de acordo com as fórmulas descritas por Coelho da Silva & Leão (1979).

*Análises químicas:*

As amostras de fezes e digesta duodenal e os alimentos utilizados nas rações experimentais foram analisados para determinar MS, MO, PB, FDN, FDA, EE e AM.

As determinações de MS, MO, PB e EE foram feitas de acordo com as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). A determinação de FDN e FDA foi feita de acordo com Van Soest et al. (1991). O teor de AM das amostras foi analisado pelo método de Poore et al. (1989) adaptado por Pereira & Rossi (1995).

A determinação da CIA foi feita de acordo com a metodologia descrita por Van Keulen & Young (1977).

*Análises estatísticas:*

Foi utilizado um delineamento experimental em 2 quadrados latinos 3 x 3, com um arranjo fatorial 3 x 2 correspondendo a (testemunha, ionóforo ou probiótico e duas espécies; bubalina e bovina), para comparar os locais de digestão dos nutrientes. As análises estatísticas das variáveis estudadas foram interpretadas no Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) por meio de análise de variância (UFV, 1998).

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + P_j + T_k + ET_{ik} + A_i/E_i + e_{ijkl}$$

Em que:

$Y_{ijk}$  = observação do efeito do tratamento  $k$ , no período  $j$ , da espécie  $i$ ;  $\mu$  = constante geral da variável;  $E_i$  = efeito da espécie  $i$ ;  $i = 1$  (Búfalos),  $2$  (Bovinos);  $P_j$  = efeito de período  $j$ ;  $j = 3$  períodos;  $T_k$  = efeito do tratamento  $k$ ;  $k = 3$  (ausência ou presença de aditivos: ionóforo ou probiótico);  $ET_{ik}$  = interação entre espécie  $i$  e tratamento  $k$ ;  $Al/E_i$  = efeito do animal  $l$  dentro da espécie  $i$ ;  $e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação.

Quando a interação Espécie x Tratamento foi significativa procedeu-se à análise dos efeitos dos tratamentos dentro de cada espécie (UFV, 1998).

Para comparar os locais de digestibilidade ruminal e intestinal dos nutrientes nos bovinos o delineamento experimental utilizado foi em quadrado latino com três tratamentos e três períodos, as análises estatísticas das variáveis estudadas foram interpretadas no Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) por meio de análise de variância (UFV, 1998).

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + P_j + T_k + e_{ijkl}$$

Em que:

$Y_{ijk}$  = observação do efeito do tratamento  $k$ , no período  $j$ , da espécie  $i$ ;  $\mu$  = constante geral da variável;  $P_j$  = efeito de período  $j$ ;  $j = 3$  períodos;  $T_k$  = efeito do tratamento  $k$ ;  $k = 3$  (ausência ou presença de aditivos: ionóforo ou probiótico);  $e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação.

Para a degradabilidade *in situ* foi utilizado um delineamento experimental em 2 quadrados latinos  $3 \times 3$ , com um arranjo fatorial  $3 \times 2$  correspondendo a (ausência ou presença de aditivos: ionóforo ou probiótico e duas espécies (bubalina e bovina), os resultados obtidos para os parâmetros  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , degradabilidade potencial, degradabilidade

efetiva com taxa de passagem de 2%, 5% e 8%/h, das diferentes espécies foram submetidos as análises de variância utilizando o Sistema de Análise Estatística e Genética (SAEG) e comparados utilizando-se o teste de média Tuckey ao teor de 5% de significância.

### **Resultados e Discussão**

O consumo da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO), da proteína bruta (PB), da fibra em detergente neutro (FDN), da fibra em detergente ácido (FDA), do extrato etéreo (EE) e do amido (AM) dos bubalinos e bovinos para os três tratamentos (testemunha, presença de ionóforo ou de probiótico) com uma relação volumoso:concentrado de 80:20%, em função da ingestão por kg/dia e da % peso vivo (PV), são apresentadas na Tabela 3.

O consumo médio de MS, PB, FDN, EE e AM em kg/dia e % PV em função das rações experimentais com ausência ou a presença de aditivos não diferiram entre si ( $P>0,05$ ), como também para a espécie animal com exceção do consumo de MO e FDA (% PV). O consumo médio de matéria seca foi semelhante ao preestabelecido para o presente estudo (2% PV). Deste modo, os efeitos do consumo sobre os coeficientes de digestão foram reduzidos, favorecendo uma melhor comparação dos resultados observados.

Em ensaios de digestão, com ovinos da raça Santa Inês alimentados com diferentes proporções de volumoso:concentrado (Rodrigues et al., 2001) verificaram que o uso de ionóforos (doses de 0 ou 40 mg) em dietas com quantidades maiores de forragem fornecidas (25%, 50% e 75%), o consumo de MS em kg/dia e % PV não foram alterados.

Todavia, com o fornecimento de 10,0 g levedura animal/dia (Miranda et al., 1999) obtiveram resposta positiva no consumo de matéria seca, quando comparada a não

Tabela 3 – Consumo médio diário de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), Proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e amido (AM) das rações experimentais e da espécie animal<sup>1</sup>.

Table 3 – Feed intake (kg/day) of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ether extract (EE) and starch of the experimental diets and animal species.

Variáveis	Rações Experimentais <sup>1</sup>			Espécies <sup>2</sup>		DP SD
	testemunha <i>control</i>	ionóforo <i>ionophore</i>	probiótico <i>probiotic</i>	Bubalinos <i>Bubaline</i>	Bovinos <i>Bovine</i>	
<b>Consumo de MS (dry matter intake)</b>						
kg/dia <i>kg/day</i>	9,97	9,82	9,97	10,38	9,46	9,92 ± 2,21
% Peso vivo <i>% body weight</i>	1,99	1,97	1,99	1,99	1,97	1,98 ± 0,030
<b>Consumo de MO (organic matter intake)</b>						
kg/dia <i>kg/day</i>	9,06	8,93	9,06	9,43	8,60	9,02 ± 2,01
% Peso vivo <i>% body weight</i>	1,81	1,81	1,81	1,82 a	1,81 b	1,81 ± 0,009
<b>Consumo de PB (crude protein intake)</b>						
kg/dia <i>kg/day</i>	1,00	0,86	1,00	1,03	0,88	0,96 ± 0,25
% Peso vivo <i>% body weight</i>	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20 ± 0,001
<b>Consumo de FDN (neutral detergent fiber intake)</b>						
kg/dia <i>kg/day</i>	6,61	6,51	6,61	6,88	6,27	6,57 ± 1,47
% Peso vivo <i>% body weight</i>	1,32	1,32	1,32	1,33	1,32	1,30 ± 0,150
<b>Consumo de FDA (acid detergent fiber intake)</b>						
kg/dia <i>kg/day</i>	3,33	3,28	3,33	3,47	3,16	3,31 ± 0,74
% Peso vivo <i>% body weight</i>	0,66	0,66	0,66	0,67 a	0,66 b	0,66 ± 0,003
<b>Consumo de EE (ether extract intake)</b>						
kg/dia <i>kg/day</i>	0,17	0,17	0,17	0,18	0,16	0,17 ± 0,04
% Peso vivo <i>% body weight</i>	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03 ± 0,004
<b>Consumo de AM (starch intake)</b>						
kg/dia <i>kg/day</i>	0,21	0,16	0,22	0,20	0,19	0,20 ± 0,05
% Peso vivo <i>% body weight</i>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40 ± 0,005

Médias, nas linhas, seguidas de letras minúsculas diferentes diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey para espécie animal (bubalino e bovino). Means, within a line, followed different small letters differs ( $P < 0,05$ ) by Tukey test to animal specie.

<sup>1</sup> Rações experimentais = ausência de aditivo (testemunha), presença de ionóforo e probiótico. <sup>1</sup> diets experimental: control, with ionophore and probiotic. DP: desvio – padrão (Standart desviation):

<sup>2</sup> Espécie animal = Bubalino e Bovino. <sup>2</sup> Animal specie: Bubaline and Bovine

suplementação ( $94,9 \times 85,5 \text{ g/kgPV}^{0,75}$ ), e no ganho de peso vivo ( $0,67 \times 0,50 \text{ kg/dia}$ ) de novilhas Holandês-Zebu (247 kg) alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar (82% a 88% da MS). Todavia, o fornecimento de 5,0 g de levedura /animal/dia para novilhos Simental (374 kg) em dietas contendo 49% de feno de Tifton (Miranda et al., 2001) não obtiveram resposta sobre o consumo de MS: porém, a levedura promoveu um aumento de 6,3% no ganho de peso.

Com relação ao consumo médio de matéria seca (kg/dia) verificou-se que os bubalinos ingeriram 920 g a mais que os bovinos, quando a ração continha uma relação de 80:20% de volumoso:concentrado, e tendo como volumoso o feno de Tifton 85, e apresentado teor de PB de 6,6% (Tabela 1). Todavia, quando no experimento anterior fornecendo aos mesmos animais, rações com relação volumoso:concentrado 50:50%, verificou-se que os bovinos ingeriram 830 g a mais de matéria seca, em relação a espécie bubalina. Provavelmente, isto esteja relacionado com a menor adaptação dos bubalinos a dietas contendo altas concentrações de concentrado.

Maeda (2004), avaliando o consumo de MS e de nutrientes em rações com três teores de concentrado (23%, 43% e 63%), encontrou valores inferiores de 5,19 kg/dia e 1,29% PV e de 7,69 kg/dia e 1,62% PV para bubalinos e bovinos, respectivamente, para o teor de 23% de concentrado a ração. O autor ressalta que os búfalos eram criados exclusivamente em pastagem, e passaram por um novo período de adaptação as novas condições ambientais (confinamento, alimentação, stress cirúrgico e tratador), sendo este período insuficiente para os búfalos expressarem uma maior ingestão.

O consumo de MO e FDA expresso em % do PV para as espécies estudadas, foi maior ( $P < 0,05$ ) para a espécie bubalina, embora numericamente a diferença seja pequena.

Os dados do presente trabalho são superiores aos valores obtidos por Punia & Dahiya (1998), que encontraram ingestão de MS de 6,89 kg/dia ou 1,94 %PV em búfalos da raça Murrah alimentados com rações à base de palha de trigo e sorgo.

As médias para os coeficientes de digestibilidade aparentes (CDA), da proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e do amido (AM), obtidos para as rações com ausência ou presença de aditivos e para as espécies bubalina e bovina, podem ser observados na Tabela 4. Não houve interação ( $P > 0,05$ ) de rações (testemunha, com ionóforo e probiótico) e espécie animal, mas houve efeito ( $P < 0,05$ ) de rações para os CDA da PB e FDA, e efeito ( $P < 0,05$ ) da espécie para os CDA da PB, FDA e AM.

Para o CDA da PB em função das rações sem ou com aditivos, o maior valor foi obtido para a ração com ionóforo (61,4%), superior à ração testemunha e com probiótico que não diferiram entre si.

Tabela 4 – Médias para os coeficientes de digestibilidade aparente total da proteína bruta (PB), da fibra em detergente ácido (FDA), e do amido (AM) em função das rações experimentais e da espécie animal

Table 4 – Apparent digestibility coefficient of crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), and starch means in function of experimental diets and animal specie

Nutrientes <i>Nutrients</i>	Rações experimentais (% MS) <i>Experimental diets</i>			Espécies <i>Species</i>		DP <i>SD</i>
	testemunha <i>control</i>	ionóforo <i>ionophore</i>	probiótico <i>Probiotic</i>	Bubalinos <i>bubaline</i>	Bovinos <i>bovine</i>	
	PB (CP)	56,8 B	61,4 A	57,3 B	59,9 a	
FDA (ADF)	43,8 B	46,6 A	47,8 A	49,2 a	43,0 b	46,1 ± 2,63
AM (S)	82,3 A	82,9 A	82,6 A	81,2 b	84,0 a	82,6 ± 1,01

Letras maiúsculas comparam médias nas linhas entre rações experimentais (testemunha, ionóforo e probiótico), e letras minúsculas comparam médias nas linhas entre as espécies (bubalino e bovino).

Médias seguidas com letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Probabilidades: DP = desvio - padrão

*Capital letters compared means within a line among experimental diets (control, ionophore and probiotic) and small letters compared means within a line between at specie (bubaline and bovine)*

*Means followed by different letters, differ by Tukey test ( $P < 0.05$ )*

<sup>1</sup> *Probabilities: SD = standart desviation*

Os dados do presente trabalho substanciam os encontrados por outros pesquisadores que observaram aumento da digestibilidade aparente da proteína bruta com o emprego de ionóforos na dieta (Rogers & Davis, 1982; Galloway et al., 1993). Ainda, segundo Rodrigues et al. (2001), sugeriram que o efeito da monensina em

aumentar a digestibilidade da PB independe do teor de fibra na dieta, embora a literatura demonstre maior efeito do produto em dietas predominantemente concentradas.

Com relação a digestibilidade da FDA em ração com 80:20 volumoso:concentrado houve efeito do ionóforo e probiótico em aumentar a digestibilidade desta fração.

Comportamento semelhante foi observado para o CDA da FDA na adição de ionóforo e probiótico em ração com 50:50 volumoso:concentrado, apresentando valores de 43,9% e 45,5% respectivamente, mas numericamente inferiores aos observados no presente trabalho quando os animais foram alimentados com uma dieta contendo maior proporção de forragem.

Rodrigues et al. (2001) estudaram a utilização de monensina sobre a digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso/concentrado (25%, 50% e 75%), e verificaram uma queda 8,6% na digestibilidade de fibra pelo uso de concentrados para dieta mista e de 27,1% para dieta concentrada, quando comparadas à dieta volumosa.

Pomar et al. (1989) observaram que a monensina diminuiu a digestibilidade da FDN e FDA em dietas 75% e 90% de concentrado, mas aumentou a digestibilidade destas frações fibrosas em dietas com 70% de volumoso. Todavia, Zinn et al. (1994) não demonstraram efeitos dos ionóforos sobre a digestibilidade da fibra, independente do teor de fibra da dieta. O efeito dos ionóforos sobre a digestibilidade da fibra tem sido comumente explicado na literatura como sendo decorrente do aumento do tempo de retenção da MS no rúmen (Ellis et al., 1983), decorrente do menor consumo voluntário de alimentos (Rogers & Davis, 1982), melhora nas condições ruminiais (Branine & Galyeen, 1990) ou aumento no estímulo à ruminação (Knowlton et al., 1996).

Os valores para o CDA do AM não diferiram ( $P>0,05$ ) para as rações testemunha, com ionóforo ou probiótico, mas verificou-se um valor médio de 82,6% de digestibilidade total para o amido.

Com relação às espécies, o maior valor do CDA da PB foi observado para os bubalinos com 59,9%, sendo superior aos 53,7% verificado para os bovinos. Pequena vantagem na digestibilidade da PB em búfalos que em bovinos tem sido relatado, assumindo-se que há uma tendência dos búfalos perderem menos nitrogênio (N) pela urina e pelas fezes, aproveitando melhor o N dos alimentos (Ezequiel, 1987) e apresentarem uma maior capacidade de reciclagem de N (Abdullah et al., 1992). Rodrigues et al. (2001) não observaram diferença na digestibilidade total da PB com 46,2% para búfalos e 43,3% para bovinos, alimentados com volumoso de silagem composta por 70% de capim elefante e 30% de sorgo e ração concentrada com milho desintegrado com palha e sabugo, farelo de algodão, milho moído e cama de frango, na relação volumoso:concentrado de 40:60. No presente trabalho a diferença para o CDA da PB entre espécies não parece se traduzir em pequena vantagem para bubalinos, mas sim em uma grande vantagem, principalmente quando se leva em consideração a baixa qualidade da ração completa utilizada neste experimento, com teores de PB em torno de 10% como mostrado na Tabela 2.

Houve diferença ( $P<0,05$ ) para o CDA da FDA entre as espécies estudadas, tendo a espécie bubalina apresentado o maior valor (49,2%), superior a espécie bovina cujo valor verificado foi de 43,0%. Quando se utilizou a ração com 50:50 volumoso:concentrado e com teor de 17,84% de FDA nas rações (experimento anterior), o CDA da FDA médio para ambas espécies foi de 43,9%. Todavia, quando se utilizou a ração com 80:20 de volumoso:concentrado e com teor de 33,35% de FDA, o coeficiente de digestibilidade total para a FDA foi superior como mostrado acima.

Entretanto, quando comparamos o desempenho dos bubalinos nas duas rações, verifica-se um aumento, na digestibilidade da FDA, de 11,63%, quando da utilização da ração com maior proporção de volumoso, em relação à ração com maior quantidade de concentrado, mostrando melhor aproveitamento da fração fibrosa pelo búfalo quando em dietas mais ricas em fibra.

Diferenças entre búfalos e zebus e entre zebuínos e taurinos são verificadas quando dietas de qualidade inferior são oferecidas, pois com dietas de melhor qualidade não se observou diferença entre as espécies (Kennedy, 1982). Batista et al. (1982) relataram que búfalos têm uma maior capacidade de digerir rações com maiores teores de fibra e menores de proteína que os bovinos. Pradhan et al. (1997) também observaram que os bubalinos apresentaram maiores coeficientes de digestão que os bovinos, quando a forragem era de baixa qualidade. Alguns autores atribuem algumas vantagens aos búfalos sobre bovinos na utilização de alimentos fibrosos, devido ao menor movimento ruminal em búfalos, bem como um maior tempo de exposição à ação dos microrganismos (Sharma 1988; Bartocci et al., 1997).

Entretanto, em relação às espécies estudadas, houve efeito ( $P < 0,05$ ) para o CDA do AM, sendo que os bovinos apresentaram 84,0% de digestão total do amido, superior aos 81,2% verificados para os búfalos. Da mesma forma, no experimento anterior, quando foi fornecida a ração com teor de 50:50% de volumoso:concentrado e portanto com maior teor de amido, a espécie bovina mostrou-se também superior a espécie bubalina, para o CDA do Amido (88,67% vs 86,02%). Valores são superiores aos encontrados quando do fornecimento da ração com 80:20% de volumoso:concentrado.

Maeda (2004), avaliando o efeito dos teores de concentrado (23%, 43% e 63%) sobre os coeficientes de digestibilidade aparente total, encontrou valores superiores para o CDA do AM para os bovinos (95,7%), em relação aos búfalos (85,8%). Para o

referido autor o menor consumo de MS e conseqüentemente de AM pelos búfalos em relação aos bovinos, é provavelmente devido ao período de adaptação (30 dias) desses animais às dietas concentradas foram insuficientes para propiciar maior digestão do amido, uma vez que esses animais foram alimentados exclusivamente em pasto até o início do trabalho.

As médias para os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO), da fibra em detergente neutro (FDN) e do extrato etéreo (EE) estão mostrados na Tabela 5. Houve efeito da interação ( $P < 0,05$ ) entre rações experimentais (sem ou com aditivo) e espécie (bubalina e bovina), sobre os CDA da MS, MO, FDN e do EE.

Para a espécie bubalina verifica-se que a presença da ração com probiótico em relação às rações com ionóforo e testemunha teve efeito ( $P < 0,05$ ) positivo no coeficiente de digestibilidade aparente da MS, MO e da FDN. Para a espécie bovina em relação ao CDA da MS e MO, as rações testemunha e com probiótico não diferindo entre si e apresentaram os maiores ( $P < 0,05$ ) valores que a ração com ionóforo.

Queiroz et al. (2004), utilizaram um produto a base de enzima + levedura em dietas de bovinos recebendo 65:35% volumoso:concentrado, não observaram diferença para o coeficiente de digestibilidade aparente da MS. Todavia, Lewis et al. (1996), observaram melhora de 5,0% na digestibilidade da MS, quando forneceram enzimas a novilhos recebendo dieta com 70% de volumoso.

Rodrigues et al. (2001), analisaram o efeito da monensina sobre a digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso:concentrado (25%, 50% e 75% de concentrado), e verificaram um aumento da digestibilidade da MS à medida em que se aumentava os teores de concentrado (66,0%, 70,7% e 77,0%), e concluíram que as melhores respostas do uso de monensina foi para dietas concentradas.

Tabela 5 – Médias para os coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO), da fibra em detergente neutro (FDN) e do extrato etéreo (EE) em função das rações experimentais e da espécie animal.

Table 5 – The apparent digestibility coefficient of dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF) and ether extract (EE) means in function of experimental diets and animal specie.

Nutrientes <i>Nutrients</i>	Rações experimentais (% MS) <i>Experimental diets</i>						DP <i>SD</i>
	Bubalinos <i>Bubaline</i>			Bovinos <i>Bovine</i>			
	testemunha <i>control</i>	ionóforo <i>ionophore</i>	probiótico <i>probiotic</i>	testemunha <i>control</i>	ionóforo <i>ionophore</i>	probiótico <i>probiotic</i>	
MS ( <i>DM</i> )	58,2 Ba	59,1 Ba	62,5 Aa	57,0 Ab	54,8 Bb	56,4 Ab	58,0 ± 2,67
MO ( <i>OM</i> )	60,4 Ba	60,6 Ba	64,3 Aa	60,2 Aa	56,8 Bb	59,0 Ab	60,2 ± 2,44
FDN ( <i>NDF</i> )	52,5 Ba	53,3 Ba	56,7 Aa	51,4 Aa	49,1 Ab	50,1 Ab	52,2 ± 2,71
EE ( <i>EE</i> )	67,2 Aa	68,1 Aa	69,2 Aa	67,4 Ba	69,7 Aa	66,9 Bb	68,1 ± 1,13

Letras maiúsculas comparam médias na linhas entre rações experimentais (testemunha, ionóforo e probiótico) dentro da espécie (bubalino e bovino), e letras minúsculas comparam médias nas linhas entre as espécies dentro das rações experimentais.

Médias seguidas com letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> Probabilidades: DP = desvio - padrão

Capital letters compared means within a line among experimental diets (control, ionophore and probiotic) inside animal specie (bubaline and bovine), and small letters compared means within a line between species inside experimental diets.

Means followed by different letters, differ by Tukey test ( $P < 0.05$ )

<sup>1</sup> Probabilities: SD = standart desviation.

Em estudo realizado por Galloway et al. (1993), com novilhos holandeses alimentados com uma dieta volumosa de baixa qualidade, suplementada com monensina, ocorreu aumento da digestibilidade da matéria orgânica. Entretanto, no presente trabalho, os animais receberam também uma dieta de baixa qualidade com teor 80:20 de volumoso:concentrado: e no entanto, a ração com a presença ionóforo fornecida aos bovinos reduziu o CDA da MO, em relação à ração testemunha.

O melhor CDA da FDN para espécie bubalina foi observado para a ração com probiótico de 56,7%, em relação às rações com ionóforo e testemunha, cujos valores de 53,3% e 52,5% foram semelhantes. Todavia, o CDA da FDN para a espécie bovina em função das rações sem ou com aditivos não diferiram ( $P>0,05$ ).

Valor inferior ao presente trabalho foi verificado por Pereira et al. (2001), estudando a digestibilidade em novilhos com dietas à base de cana-de-açúcar + levedura, observaram valor de 31,6% para o CDA da FDN, e concluíram que o uso de leveduras não influenciou na digestibilidade da FDN.

Para o coeficiente de digestibilidade aparente do EE na espécie bubalina, as rações testemunha, com adição de ionóforo e probiótico não diferiram ( $P>0,05$ ). Entretanto, para a espécie bovina o maior ( $P<0,05$ ) valor da digestibilidade total do EE foi obtido para a ração com ionóforo, em relação às rações testemunha e com probiótico.

Como observado no presente trabalho, Johnson Jr. et al. (1988) e Marounek et al. (1989) relataram aumento da digestibilidade dos lipídios com o uso de ionóforos em dietas suplementares com gordura, para novilhos. Entretanto, Rodrigues et al. (2001), utilizando monensina em dietas de ovinos alimentados com proporções de volumoso:concentrado, observaram valor de 64,8% de digestão total do EE para uma ração de 75:25 volumoso:concentrado, inferior ao valor observado de 69,08% verificado

no presente trabalho, onde bovinos receberam uma ração com 80:20% volumoso:concentrado + ionóforo.

Para a ração testemunha não houve efeito ( $P>0,05$ ) no CDA da MO entre as espécies. Todavia, com adição de ionóforo ou de probiótico às rações com 80:20 de volumoso:concentrado a digestibilidade total da MS e MO foi superior ( $P<0,05$ ) para a espécie bubalina.

Entretanto, Gonçalves et al. (1991) trabalhando com novilhos nelore, holandês, búfalos,  $\frac{1}{2}$  Holandes x Zebu (HZ) e  $\frac{3}{4}$  HZ e utilizando seis rações experimentais preparadas a base de feno de capim-gordura, silagens de milho e de capim-elefante em duas proporções de volumoso: concentrado (80:20 e 40:60) para dois teores de consumo restrito e *ad libitum* não observaram diferenças para CDA da MS, entre os grupos genéticos dentro de cada uma das rações e para os teores de consumo.

A presença de probiótico ou de ionóforo às rações com 80:20% volumoso:concentrado para a digestibilidade total da FDN foi superior ( $P<0,05$ ) para a espécie bubalina em relação a bovina, e para as rações testemunhas dentro de espécies não apresentou diferença ( $P>0,05$ ), apesar de maior valor numérico ser verificado para a espécie bubalina. Esses resultados ressaltam que os búfalos são eficientes na habilidade de digerir a fibra em dietas de qualidade inferior quando comparados aos *Bos taurus*, o que corrobora com os observados por diversos autores (Bhatia et al., 1995; Resende et al., 1995; Hussain & Cheeke, 1996 e Souza et al., 2000).

Quando consideramos o CDA do EE entre as espécies estudadas, a ração com probiótico foi superior ( $P<0,05$ ) para espécie bubalina (69,7%), em relação à espécie bovina (66,9%).

Os resultados para a espécie bubalina para a digestibilidade parcial dos nutrientes não foram possíveis apresentar, devido a perda da cânula duodenal de um bubalino, no

entanto para obter as observações sobre a fermentação ruminal dos búfalos foi conduzido simultaneamente um ensaio de degradabilidade *in situ*, incubando o volumoso (feno de Tifton 85) utilizado na ração, na presença ou não de aditivos. Estes resultados serão apresentados posteriormente.

As médias para os coeficientes de digestibilidade ruminal (CDR) e intestinal (CDI) da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO), da proteína bruta (PB), da fibra em detergente neutro (FDN), da fibra em detergente ácido (FDA), do extrato etéreo (EE) e do amido (AM) para bovinos estão na Tabela 6. As diferenças para a presença dos aditivos ou não nas rações sobre os coeficientes de digestibilidade ruminal e intestinal foram significativas ( $P < 0,05$ ) somente para a fração da proteína e da fração fibrosa (FDN), para os demais parâmetros não foi observado diferença ( $P > 0,05$ ) entre as rações testemunhas, ionóforo e probiótico.

Os coeficientes de digestibilidade ruminal (CDR) da PB (% do total ingerido) diferiram ( $P < 0,05$ ) para rações com ausência ou presença de aditivos, para a ração com ionóforo verificou-se o menor valor de 3,5% e para as rações testemunha e com probiótico apresentaram os maiores valores de 8,9 e 8,8%, não diferindo entre si. Estes resultados parecem indicar maior absorção de amônia no rúmen para as rações testemunha e com probiótico e menor perda de nitrogênio para a ração com ionóforo.

A menor perda de amônia pela parede ruminal também foi observado em bubalinos e bovinos quando alimentados com rações com 50:50% de volumoso:concentrado com adição do ionóforo ( 4,7 vs 5,0%) em relação às rações testemunha (9,0 vs 6,5%) e com probiótico (7,9 vs 7,9%) respectivamente, no experimento anterior.

Ao comparar a ração com ionóforo na espécie bovina em ambos experimentos (50:50 e 80:20 volumoso:concentrado), verificou-se um decréscimo na ordem 30%, para

o CDR da PB (% do total ingerido) na dieta com maior proporção de forragem, com conseqüente redução da amônia ruminal.

Tabela 6 – Médias para os coeficientes de digestibilidade ruminal e intestinal dos nutrientes para as rações experimentais e desvio – padrão (DP) em bovinos  
Table 6 – Ruminal and intestinal digestibility coefficient of nutrients to experimental diets and standart deviation (SD) in bovine

Nutrientes <i>Nutrients</i>	Rações experimentais (% MS) <i>Diets experimental</i>			DP (SD)
	Bovinos <i>Bovines</i>			
	testemunha <i>control</i>	ionóforo <i>ionophore</i>	probiótico <i>Probiotic</i>	
<b>Digestão Ruminal (<i>Ruminal digestion</i>)</b>				
MS <sup>1</sup> ( <i>DM<sup>1</sup></i> )	32,5	34,8	33,2	33,5 ± 1,16
MS <sup>2</sup> ( <i>DM<sup>2</sup></i> )	57,0	63,6	58,9	59,8 ± 3,08
MO <sup>1</sup> ( <i>OM<sup>1</sup></i> )	36,4	38,6	37,5	37,5 ± 1,23
MO <sup>2</sup> ( <i>OM<sup>2</sup></i> )	60,6	68,0	63,2	63,9 ± 3,67
PB <sup>1</sup> ( <i>CP<sup>1</sup></i> )	8,9 A	3,5 B	8,8 A	7,1 ± 2,74
PB <sup>2</sup> ( <i>CP<sup>2</sup></i> )	16,2 A	5,9 B	16,0 A	12,7 ± 5,20
FDN <sup>1</sup> ( <i>NDF<sup>1</sup></i> )	40,4 B	39,7 B	45,0 A	41,7 ± 2,65
FDN <sup>2</sup> ( <i>NDF<sup>2</sup></i> )	78,5 B	80,1 B	89,9 A	82,8 ± 5,81
FDA <sup>1</sup> ( <i>ADF<sup>1</sup></i> )	25,1	28,9	30,3	28,4 ± 2,67
FDA <sup>2</sup> ( <i>ADF<sup>2</sup></i> )	62,7	67,7	67,4	65,9 ± 3,25
EE <sup>1</sup> ( <i>EE<sup>1</sup></i> )	0,7	0,9	0,7	0,8 ± 0,25
EE <sup>2</sup> ( <i>EE<sup>2</sup></i> )	1,0	1,4	1,1	1,1 ± 0,35
AM <sup>1</sup> ( <i>STAR<sup>1</sup></i> )	66,4	66,9	66,6	66,6 ± 0,57
AM <sup>2</sup> ( <i>STAR<sup>2</sup></i> )	79,5	79,3	79,3	79,3 ± 0,96
<b>Digestão Intestinal (<i>Intestinal digestion</i>)</b>				
MS <sup>3</sup> ( <i>CM<sup>3</sup></i> )	36,3	30,6	34,7	33,9 ± 2,96
MS <sup>2</sup> ( <i>DM<sup>2</sup></i> )	43,0	36,4	41,1	40,2 ± 3,10
MO <sup>3</sup> ( <i>OM<sup>3</sup></i> )	37,3	29,6	34,6	33,8 ± 3,80
MO <sup>2</sup> ( <i>OM<sup>2</sup></i> )	39,4	31,9	36,8	36,1 ± 3,67
PB <sup>3</sup> ( <i>CP<sup>3</sup></i> )	50,7 B	58,9 A	51,3 B	53,6 ± 4,05
PB <sup>2</sup> ( <i>CP<sup>2</sup></i> )	83,8 B	94,1 A	84,0 B	87,3 ± 5,20
FDN <sup>3</sup> ( <i>NDF<sup>3</sup></i> )	18,5 A	16,4 A	9,2 B	14,7 ± 4,63
FDN <sup>2</sup> ( <i>NDF<sup>2</sup></i> )	21,5 A	19,9 A	10,1 B	17,1 ± 5,81
FDA <sup>3</sup> ( <i>ADF<sup>3</sup></i> )	19,8	20,3	21,0	20,4 ± 1,40
FDA <sup>2</sup> ( <i>ADF<sup>2</sup></i> )	37,2	32,3	32,6	34,0 ± 20,4
EE <sup>3</sup> ( <i>EE<sup>3</sup></i> )	67,2	69,4	66,6	67,7 ± 1,45
EE <sup>2</sup> ( <i>EE<sup>2</sup></i> )	99,0	98,6	98,9	98,8 ± 0,35
AM <sup>3</sup> ( <i>STAR<sup>3</sup></i> )	51,0	52,9	52,3	52,1 ± 0,96
AM <sup>2</sup> ( <i>STAR<sup>2</sup></i> )	20,5	20,7	20,7	20,6 ± 0,96

Médias, nas linhas, seguidas de letras maiúsculas diferentes diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey entre as rações experimentais (testemunha, com ionóforo e probiótico).

1 - % do total ingerido; 2 - % do total digerido; 3 - % da quantidade que chegou ao duodeno.

Means, within a line, followed by different capital letters differs (P<0.05) by Tukey test among experimental diets. 1 - % of intake; 2 - % of total digestion; 3 - % of flow to duodenum.

Hino & Russell (1986) relataram que os ionóforos (monensina sódica) possuem a capacidade de diminuir o crescimento de bactérias proteolíticas, e também inibir a degradação de proteína hidrolisada e dietética (Russell & Martin, 1984), sendo seu efeito maior na desaminação do que a proteólise, com conseqüente redução da amônia ruminal. Ainda, para Russell (1996), os efeitos são mais drásticos em dietas à base de forragem, pois sob estas condições, a taxa de degradação de proteína é muito maior do que a taxa de fermentação de carboidrato e os teores de amônia ruminal geralmente são altos. Essas observações corroboram com o fato de os ionóforos reduzirem as perdas de amônia, porém quando verificamos os teores de nitrogênio amoniacal obtido no líquido ruminal dos bovinos alimentados com as rações experimentais não foi observada diferença na concentração de amônia, apesar de que os valores observados para o nitrogênio amoniacal na ração com ionóforo numericamente foram menores em relação as rações testemunha e com probiótico.

Comportamento semelhante ( $P < 0,05$ ) foi observado para o CDR da PB (% do total digerido), para as rações sem e com aditivos. Da mesma maneira, a ração com ionóforo (5,9%) apresentou o menor valor e as rações testemunha (16,2%) e com probiótico (16,0%) apresentaram os maiores valores, que não diferiram entre si.

O coeficiente de digestibilidade ruminal da FDN (% do total ingerido e digerido) foi maior ( $P < 0,05$ ) para a ração com a inclusão de probiótico com 45,0% e 89,9%, e menor para as rações testemunha (40,4% e 78,5%) e com ionóforo (39,7% e 80,1%), as quais não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre si.

A resposta de bovinos a inclusão de levedura à dieta é influenciada por uma série de fatores, como: o tipo da forrageira, proporção de concentrado na dieta, teor de suplementação. Entretanto, Williams et al., (1991) ressalta que o efeito das leveduras pode ser maior em dietas com maior teor de concentrados. Também, Carro et al. (1992)

e Queiroz et al. (2004) concordam que a relação volumoso:concentrado da dieta também parece determinar o efeito da levedura: porém, no presente trabalho quando se utilizou um teor de 80:20 de volumoso:concentrado, verificou-se para o CDR da FDN (% do total ingerido e digerido) um incremento na ordem de 9,0% e 12,6% para a ração com a inclusão de probiótico, em relação à ração controle (testemunha). Da mesma forma, quando se utilizou o teor de 50:50 volumoso:concentrado para bubalinos e bovinos, o CDR da FDN (% do total ingerido e do digerido) verificou-se um incremento na ordem de 7,28% e 1,80% para a ração com probiótico, em relação à ração testemunha.

Segundo Nicodemo (2001), a ação das leveduras parece se concentrar na elevação do consumo, provocada por elevação na taxa de degradação de fibra, especialmente em dietas ricas em concentrado. Todavia, no presente trabalho, apesar do consumo ter sido restrito a 2,0% do PV, esta informação é verdadeira, pois quando se fez uso de uma ração com 80:20 de volumoso:concentrado a digestão ruminal da FDN também aumentou.

Para Newbold (2004), as leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) removem o oxigênio que chega ao rúmen através do alimento e da saliva, proporcionando aumento no número de bactérias celulolíticas viáveis, sendo que as bactérias que utilizam ácido lático são estimuladas pela presença de ácidos dicarboxílicos. Assim, o pH do rúmen torna-se mais estável, a metanogênese e a proporção de ácidos graxos voláteis são alteradas e a concentração de ácido lático diminui. Essas mudanças elevam a taxa de digestão da celulose e o fluxo de proteína microbiana, o que resulta em maior ingestão de matéria seca e, portanto, melhor desempenho.

Para o coeficiente de digestibilidade intestinal (CDI) (% do total digerido e % do que chega ao compartimento) da MS e MO não houve diferença ( $P>0,05$ ) para as rações testemunha, com ionóforo e probiótico.

Para a digestão intestinal da PB (% do que chega ao compartimento e da % do total digerido) as rações sem ou com aditivos diferiram ( $P<0,05$ ) entre si. O maior valor do CDI da PB (% do que chega ao compartimento) foi verificado para a ração com ionóforo de 58,9%, superior aos valores de 51,3% e 50,7% das rações com probiótico e testemunha, as quais foram semelhantes.

Para o CDI da PB (% do que chega ao compartimento) no experimento com 50:50% volumoso:concentrado o valor médio de 60,7% apresentado pela espécie bovina, foi superior ao do presente trabalho (80:20% volumoso:concentrado) com 53,6%.

Dinius et al. (1976) também demonstraram aumento da retenção nitrogenada com a utilização de monensina na dieta de animais alimentados exclusivamente com volumosos. Rodrigues et al. (2001), sugerem que o efeito da monensina em aumentar a digestibilidade da PB independe do teor de fibra na dieta, e que sua utilização inibe a desaminação e proteólise, e conseqüentemente ocorrendo um maior fluxo de proteína para o duodeno.

Os valores observados para o CDI da PB expresso em função da quantidade que chega no compartimento, foram inferiores ao valor médio de 63,8% observado por Caldas Neto et al. (2000) para bovinos, utilizando uma relação volumoso:concentrado de 60:40. Com relação aos teores de concentrado nas rações, Cardoso et al. (2000) e Itavo et al. (2002) não observaram diferenças para CDI da PB com o aumento dos teores de concentrado, e médias, respectivamente, de 64,7% e 53,7% (em função da quantidade que chega no compartimento), valores estes superiores aos observados para

as rações testemunha e presença de probióticos, ressaltando que as rações continham 80% de volumoso.

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) do CDI da PB (% do total digerido) para as rações com ausência ou presença de aditivos. O maior valor encontrado foi para a ração com ionóforo (94,1%), sendo superior às demais rações. Desta forma, o maior valor para CDI da PB verificado para a ração com ionóforo é devido a menor digestão observada no rúmen dos bovinos. De forma análoga, admite-se maior participação do intestino delgado na digestão da PB nos bovinos, em razão da menor participação ruminal.

Quando a digestibilidade intestinal da FDN foi expressa em função da quantidade que chega no compartimento, observa-se a maior ( $P < 0,05$ ) digestibilidade intestinal da fibra para as rações testemunha (18,5%) e com ionóforo (16,4%), que não diferiram entre si. Todavia, a ração com probiótico (9,2%) apresentou valor inferior, as demais rações.

A menor digestibilidade intestinal da FDN observada para as rações com probiótico pode ser em função da maior digestão da fibra no rúmen na presença de leveduras que atuam principalmente sobre a celulose, e desta forma a porção da fração fibrosa que chegou ao intestino, provavelmente composta da fração menos digestível foi pouco aproveitado no intestino grosso, quando comparada a fração da fibra das rações sem aditivo ou com probiótico.

Também para o CDI da FDN (% do digerido) as rações testemunha e com ionóforo apresentaram os melhores ( $P < 0,05$ ) valores de 21,5% e 19,9%, e apesar de serem semelhantes, são superiores à ração com probiótico (10,1%). Cardoso et al. (2000) não verificaram efeito do teor de concentrado e observaram 16,3% e 8,6% de digestibilidade da FDN no intestino delgado para os teores de 37,5% e 62,5% de concentrado. Vale ressaltar que os valores de CDI obtidos para o presente trabalho,

compreendem intestino delgado e intestino grosso e valores dos demais trabalhos referem-se ao intestino delgado e neste compartimento não há digestão de fibra.

As médias das frações solúvel (a) e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro do feno de Tifton 85, para as taxas de passagem 2%, 5% e 8%/h obtido para as rações experimentais com ausência ou presença de aditivo e para a espécie animal, podem ser observados na Tabela 7. Houve efeito da interação ( $P < 0,05$ ) entre rações experimentais (com ou sem aditivos) e espécie animal sobre os parâmetros “a” e “b” da MS, PB e FDN, e DP e DE (2%, 5% e 8%/h) da PB.

Os valores médios observados da fração solúvel “a” da MS, PB e FDN não serão discutidos, pois suas determinações ocorreram fora do ambiente ruminal dos animais e desta forma não tiveram contato com a microbiota ruminal que estava recebendo como substratos as rações experimentais com ou sem aditivos.

A fração com potencial de degradação no rúmen “b” da MS, da PB e da FDN do feno de Tifton 85, na espécie bubalina, foram diminuídas pela presença de probiótico em relação às rações testemunha e ionóforo, que não diferiram entre si, com exceção da fração “b” da PB que foi aumentada pela presença de ionóforo em relação à testemunha. Da mesma forma, a degradabilidade potencial (DP) da PB para a espécie bubalina foi reduzida pela presença de probiótico (38,7%), porém, houve aumento ( $P < 0,05$ ) para a ração com ionóforo (49,6%). Todavia, a degradabilidade efetiva da PB para as diferentes taxas de passagem de sólido (2%/h, 5%/h e 8%/h) não diferiu entre a presença ou ausência de aditivos.

Com relação à espécie bovina, a presença do probiótico não alterou a fração com potencial de degradação no rúmen da MS e da PB do feno de Tifton 85, em relação

Tabela 7 – Frações solúvel (a) e potencialmente degradável (b), taxa de degradação (c), degradabilidade potencial e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro do feno de Tifton 85 para as taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h.

Table 7 - Soluble fraction (a), potentially degradable fraction (b), degradation rate (c), potential degradation and effective degradability (ED) of dry matter, crude protein and neutral detergent fiber of tifton hay to the passage rates of 2%/h, 5%/h and 8%/h.

Variáveis (Variable)	Búfalos (Bubaline)			Bovinos (Bovine)			CV	
	testemunha <i>control</i>	ionóforo <i>ionophore</i>	probiótico <i>probiotic</i>	testemunha <i>control</i>	ionóforo <i>ionophore</i>	probiótico <i>probiotic</i>		
MS	a (%)	13,5 <b>ABa</b>	13,0 <b>Ba</b>	14,8 <b>Aa</b>	14,6 <b>Aa</b>	12,3 <b>Bb</b>	12,6 <b>Bb</b>	3,80
	b (%)	47,4 <b>Aa</b>	47,3 <b>Aa</b>	40,3 <b>Bb</b>	35,5 <b>Bb</b>	41,9 <b>Ab</b>	38,8 <b>Bb</b>	6,50
	c	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	29,42
	DP (PD)	60,9	60,3	55,1	50,1	54,2	51,4	4,40
	DE (ED) 2%/h	43,0	39,7	34,9	37,2	35,2	35,3	5,03
	DE (ED) 5%/h	32,3	29,3	26,3	29,3	26,2	26,7	7,32
	DE (ED) 8%/h	27,4	24,7	22,8	25,5	22,3	22,8	7,62
	PB	a (%)	11,4 <b>ABa</b>	10,2 <b>Bb</b>	13,9 <b>Aa</b>	11,3 <b>Aa</b>	12,7 <b>Aa</b>	11,8 <b>Ab</b>
b (%)		33,3 <b>Ba</b>	39,4 <b>Aa</b>	24,8 <b>Cb</b>	25,7 <b>Bb</b>	31,0 <b>Ab</b>	25,7 <b>Ba</b>	5,52
c		0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	33,25
DP (PD)		44,7 <b>Ba</b>	49,6 <b>Aa</b>	38,7 <b>Ca</b>	37,0 <b>Bb</b>	43,7 <b>Ab</b>	37,5 <b>Bb</b>	3,60
DE (ED) 2%/h		30,2 <b>Aa</b>	29,9 <b>Aa</b>	28,9 <b>Aa</b>	22,6 <b>Bb</b>	30,8 <b>Aa</b>	26,3 <b>ABa</b>	6,18
DE (ED) 5%/h		22,9 <b>Aa</b>	21,5 <b>Aa</b>	23,5 <b>Aa</b>	17,5 <b>Bb</b>	24,0 <b>Aa</b>	20,6 <b>Ba</b>	7,85
DE (ED) 8%/h		19,6 <b>Aa</b>	18,1 <b>Aa</b>	21,0 <b>Aa</b>	15,6 <b>Bb</b>	20,9 <b>Aa</b>	18,1 <b>ABa</b>	7,80
FDN		a (%)	2,7 <b>Cb</b>	3,4 <b>Ba</b>	5,2 <b>Aa</b>	5,2 <b>Aa</b>	4,4 <b>ABa</b>	3,1 <b>Bb</b>
	b (%)	56,4 <b>Aa</b>	55,6 <b>Aa</b>	50,6 <b>Ba</b>	42,9 <b>Bb</b>	48,7 <b>Ab</b>	50,0 <b>Aa</b>	5,33
	c	0,04	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	22,00
	DP (PD)	59,1	59,0	55,8	48,1	53,3	53,1	5,13
	DE (ED) 2%/h	39,0	36,8	33,7	34,7	34,7	33,1	5,80
	DE (ED) 5%/h	26,4	24,3	22,5	25,5	23,8	21,8	8,90
	DE (ED) 8%/h	20,3	18,6	17,7	20,7	18,6	16,7	10,41

Letras maiúsculas comparam médias na linhas entre rações experimentais (testemunha, ionóforo e probiótico) dentro da espécie (bubalino e bovino), e letras minúsculas comparam médias nas linhas entre as espécies dentro das rações experimentais. Médias seguidas com letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Capital letters compared means within a line among experimental diets (control, ionophore and probiotic) and small letters compared means within a line between specie (bubaline and bovine) Means followed by different letters, differ by Tukey test ( $P < 0.05$ )

à ração testemunha, mas aumentou a fração com potencial de degradação da FDN. A presença de ionóforo aumentou a fração potencialmente degradável (b) da MS e PB em relação à ração testemunha. Todavia, não se diferenciou da ração com probiótico para a FDN.

Para os valores observados de degradabilidade potencial (DP) da PB na espécie bovina, semelhante aos bubalinos, ocorreu aumento desta fração com a adição de ionóforo em relação às demais rações. Entretanto, na espécie bovina também se verificou aumento para a degradabilidade efetiva (DE) da PB, para as diferentes taxa de passagem de sólidos com adição do ionóforo em relação à ração testemunha.

Este comportamento da presença do ionóforo em aumentar a degradabilidade potencial e efetiva da PB não concorda com os valores observados para a digestibilidade ruminal, quando os bovinos alimentados com uma ração de 80:20 volumoso:concentrado com adição de ionóforo apresentaram os menores valores de digestão ruminal da proteína. Deve-se levar em consideração de que a degradabilidade da PB *in situ* mede a digestão e a fermentação da PB e a digestibilidade ruminal da PB mede digestão e absorção da PB na forma de amônia pela parede ruminal. Isto pode significar que houve um aumento na degradabilidade ruminal da PB com adição de ionóforo, o fluxo de nitrogênio não amoniacal, isto é, nitrogênio microbiano, para o duodeno pode ter sido aumentado.

A fração “b” da MS, PB e FDN do feno de Tifton 85 foi superior para os búfalos que para bovinos quando alimentados com ração testemunha. Entretanto, a presença dos aditivos, ionóforo ou o probiótico nas rações alteraram esses parâmetros. O ionóforo aumentou a fração “b” da MS, PB e FDN na espécie bubalina em relação à bovina e o probiótico aumentou a fração “b” da PB e da FDN para os bovinos em relação aos búfalos.

A degradabilidade potencial (DP) e a degradabilidade efetiva da PB para taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h do feno de Tifton 85 foi superior para os búfalos (44,7%, 30,2%, 22,9% e 19,6%, respectivamente) em relação aos bovinos (37,0%, 22,6%, 17,5% e 15,5%, respectivamente) quando alimentados com a ração testemunha. Esses resultados discordam daqueles observados por Maeda et al. (2005) que não observaram diferença entre bubalinos e bovinos e observaram maiores valores para a DP da PB do feno de Tifton 85, respectivamente, 52,4 e 54,7% e para a DE da PB, para as taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h (bubalinos: 49,4%, 45,4% e 42,1% e bovinos: 51,5% 47,4% e 44,0%). As diferenças observadas nos valores de degradabilidade ruminal da PB entre os dois experimentos podem ser devido ao teor de PB do feno de tifton 85 usado pelos referidos autores que continha teor de PB superior de 6,9% e teor de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDA/N total) de 35,3%. Entretanto, os animais, no presente trabalho, quando alimentados com as rações com a adição dos aditivos (ionóforo e probiótico), não foi observado diferença entre as espécies para a DE da PB para as diferentes taxas de passagens.

Não houve interação ( $P>0,05$ ) de espécie e rações experimentais para a degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca e da fibra em detergente neutro do feno de Tifton 85, para as taxas de passagem de 2%, 5% e 8%/h. Entretanto, verificou-se efeito ( $P<0,05$ ) das rações e da espécie animal para a DP e DE (2%, 5% e 8%/h) da MS e FDN, cujos valores médios são mostrados na Tabela 8.

A DP da MS foi maior para a ração com ionóforo em relação à ração com probiótico: porém, não diferiu em relação à ração testemunha. Entretanto, a DE da MS para as taxa de passagem de sólidos de 5% e 8%/h, foi reduzida com a adição de ionóforo e probiótico em relação à ração testemunha.

A DP da FDN do feno de Tifton 85 não diferiu com a presença ou ausência de aditivos. Entretanto, a presença do probiótico reduziu a DE da FDN para as diferentes taxas de passagem de sólidos, embora não diferindo da presença do ionóforo.

Tabela 8 – Taxa de degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca e fibra em detergente neutro do feno de Tifton 85 para as taxas de passagem de 2%/h, 5%/h e 8%/h.

Table 8 - Potential degradability rate (PD) and dry matter and NDF effective degradability (ED) of Tifton hay to the passage rates of 2%/h, 5%/h and 8%/h.

MS (DM)	Rações Experimentais (% MS)			Espécies		CV
	testemunha	ionóforo	probiótico	Bubalinos	Bovinos	
	<i>control</i>	<i>ionophore</i>	<i>probiotic</i>	<i>Bubaline</i>	<i>Bovine</i>	
DP (PD)	55,5 AB	57,2 A	53,2 B	58,8 a	52,0 b	4,40
DE (ED) 5%/h	30,8 A	27,7 B	26,5 B	29,3	27,4	7,32
DE (ED) 8%/h	26,4 A	23,5 B	22,8 B	25,0	23,5	7,62
FDN (NDF)						
DP (PD)	53,6 A	56,15 A	54,4 A	58,0 a	51,5 b	5,13
DE (ED) 2%/h	36,8 A	35,7 AB	33,4 B	36,5	34,2	5,80
DE (ED) 5%/h	25,9 A	24,0 AB	22,1 B	24,4	23,7	8,90
DE (ED) 8%/h	20,5 A	18,6 AB	17,2 B	18,9	18,7	10,41

Letras maiúsculas comparam médias nas linhas entre rações experimentais (testemunha, ionóforo e probiótico), e letras minúsculas comparam médias nas linhas entre as espécies (bubalino e bovino). Médias seguidas com letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Capital letters compared means within a line among experimental diets (control, ionophore and probiotic) and small letters compared means within a line between at species (bubaline and bovine). Means followed by different letters, differ by Tukey test ( $P < 0.05$ ).

A menor DE da FDN do feno de Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) apresentado pela ração com probiótico não concorda com a maior digestibilidade ruminal da FDN obtido para esta ração, quando se utilizou uma relação de 80:20 volumoso:concentrado para o ensaio de digestibilidade total e parcial. Como já discutido anteriormente e pelos dados observados na literatura (Nicodemo 2001; Newbold, 2004; Queiroz, 2004), que a presença de leveduras aumentam a digestibilidade principalmente da fração fibrosa, e constatou-se que este fato não foi detectado no ensaio *in situ*. Talvez o próprio método e a equação utilizada para descrever esses parâmetros não tenham sido os mais adequados para representar a degradabilidade ruminal da fibra.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) para a degradabilidade potencial da MS e da FDN para as espécies estudadas, tendo a espécie bubalina apresentado os maiores valores.

Todavia, quando se levou em consideração a taxa de passagem de sólidos não houve diferença entre as espécies para DE. Esses resultados discordam em parte com aqueles observados por Maeda et al. (2005) que não observaram diferença entre bubalinos e bovinos na DP e na DE da MS, para as diferentes taxas de passagem de sólidos, do feno de Tifton 85. Portanto, no presente trabalho evidenciou-se a maior capacidade de atuação dos microrganismos celulolíticos na habilidade de digestão de fibra, na espécie bubalina, quando foi considerado apenas o tempo de permanência no rúmen.

### Conclusões

A inclusão de ionóforo em ração com relação de 80:20 volumoso:concentrado, propiciou melhor aproveitamento da digestão total da PB para a espécie bubalina. Todavia, a digestão total da fibra, com a inclusão de probiótico à ração, para os bubalinos, foi melhor aproveitada.

O ionóforo em rações com 80:20 volumoso:concentrado diminuiu a digestibilidade ruminal e aumentou a digestibilidade intestinal da PB em bovinos. Entretanto, efeito contrário foi observado para a degradabilidade *in situ* da PB.

O probiótico aumentou a digestão ruminal da fibra em bovinos, no entanto, para a degradabilidade *in situ* da FDN, observou-se uma diminuição da digestibilidade da fração fibrosa.

### Referências Bibliográficas

- ABDULLAH, N.; NOLAN, J.V.; MAHYUDDIN, M. et al. Digestion and nitrogen conservation in cattle and buffaloes given rice straw with or without molasses. **Journal of Agricultural Science**, v.119, n.2, p.255-263, 1992.
- ADAMS, A.L.; HARRIS, B.JR.; VAN HORN, H.H. et al. Effects of varying forage types on milk production responses to whole cottonseed, tallow, and yeast. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.3, p.573-581, 1995.
- BARTOCCI, S.; AMICI, A.; VERNA, M. et al. Solid and fluid passage rate in buffalo, cattle, and sheep fed diets with different forage to concentrate ratios. **Livestock Production Science**, v.52, p.201-208, 1997.
- BHATIA S.K.; SANGWAN D.C.; PRADHAN K.; et al. Ruminal degradation of fibrous components of various feeds in cattle and buffalo. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.65, n.2, p.208-212, 1995.
- BRANINE, M.E.; GALYEAN, M.L. Influence of grain and monensina supplementation on ruminal fermentation, intake, digesta kinetics and incidence and severity of frothy bloat in steers. **Journal of Animal Science**, v.68, p.1139-1150, 1990.
- BATISTA, H.A.M.; AUTREY, K.M.; THIESENHAUSEN, I.M.V.V. Comparative in vitro digestibility of forages by Buffalo, Zebu and Holstein cattle. **Journal of Dairy Science**, v.65, n.5, p.746-751, 1982.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. 1. ed. São Paulo: Campinas, 2002. 430p.
- CALDAS NETO, D.F.; ZEOULA, M.L.; PRADO, I.N. et al. Mandioca e resíduo das farinheiras na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, supl. 1, p.2099-2108, 2000.
- CALLAWAY, E.S.; MARTIN, S.A. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on animal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.9, p.2035-2044, 1997.
- CARDOSO, R.C, VALADARES FILHO, S.C., SILVA, J.F.C., et al. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes teores de concentrado, em novilhos f1 Limousin X Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000.
- CARRO, M.D.; LEBZIEN, P.; ROHR, K. Influence of yeast on the in vitro fermentation (Rusitec) of diets containing variable portions of concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.37, p.209-220, 1992.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de Nutrição de Ruminantes**. Piracicaba, SP, Livrocercos. 1979. 380p.
- DINIUS, D.A.; SIMPSON, M.E.; MARSH, P.B. Effect of monensina fed with forage on digestion and the ruminal ecosystem of steers. **Journal of Animal Science**, v.42, p.229-234, 1976.
- ELLIS, W. C.; HORN, G. W.; DELANEY, D. et al. Effects of ionophores on grazed forage utilization and their economic value for cattle on wheat pasture. In:

- NATIONAL WHEAT PASTURE SYMPOSIUM, Stillwater, 1983. Proceedings. Stillwater: Agricultural Experimental station, 1983. p.343.
- EZEQUIEL, J.M.B. **Exigência de proteína e minerais de bovídeos: frações endógenas**. Viçosa, MG: UFV, 1987. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidades Federal de Viçosa, 1987.
- GALLOWAY, SR. D.L.; GOETSCH, A.L.; PATIL, A. et al. Feed intake and digest by Holstein steer calves consuming low-quality grass supplemented with lasalocida or monensin. **Canadian Journal of Animal Science**, v.73, p. 869-879, 1993.
- GONÇALVES, L.C.; COELHO DA SILVA, J.F.C.; ESTEVÃO, M.M. et al. Consumo e digestibilidade da matéria seca e da energia em zebuínos e taurinos, seus mestiços e bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.20, n.4, p.384-395, 1991.
- GOODRICH, R.D.; GARRETT, J.E.; GHAST, D.R. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1484-1498, 1984.
- HINO, T.; RUSSELL, J.B. Relative contributios of ruminal bacteria and protozoa to the degradation of protein *in vitro*. **Journal of Animal Science**, v.64, p.261–270, 1986.
- HUSSAIN I.; CHEEKE P.R. Evaluation of annual ryegrass straw corn juice silage with cattle and water buffalo: Digestibility in cattle vs buffalo, and growth performance and subsequent lactational performance of Holstein heifers. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.3, p.195-202, 1996.
- ÍTAVO, L.C.V., VALADARES FILHO, S.C., SILVA. F.F. et al. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários teores de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3 p.1543-1552, 2002.
- JOHNSON, J.C.JR.; UTLEY, B.G.; MULLINIX, Jr. et al. Effect of adding fat and lasalocid to diets of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2151-2165, 1988.
- JOUANY, J.P.; MATHIEU, F.; SENAUD, J. et al. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* and *Arpergillus oryzae* on the digestion of nitrogen in the rumen of defaunated and refaunated sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.75, p.1–13, 1998.
- LEWIS, G.E.; HUNT, C.W.; SANCHEZ, W.K. et al. Effect of direct fed fibrolytic enzymes on the digestive characteristics of a forage-based diet fed to beef steers. **Journal of Animal Science**, v.74, p. 3020-3028, 1996.
- KENNEDY, P.M. Ruminal and intestinal digestion in Brahman crossbred and Hereford cattle fed alfafa or tropical pasture hay. **Journal of Animal Science**, v.55, n.5, p. 1190–1199, 1982.
- KNOWLTON, K.F.; ALLEN, M.S.; ERIKSON, P.S. Lasalocid and particle size of corn for dairy cows in early lactation: 2. Effect on ruminal measurements and feeding behavior. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.565-574, 1996.
- LANA, R.P.; RUSSELL, J.B. Efeitos da monensina sobre a fermentação e sensibilidade de bactérias ruminais de bovinos sob dietas ricas em volumoso ou concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.254–260, 2001,
- MAEDA, E.M.; ZEOULA, L.M.; FUSSIGER, L. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de alimentos volumosos em bubalinos e bovinos. In:

- REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia:GO, 2005 (PRELO - Apresentação).
- MAEDA, E.M. **Consumo e digestibilidade total e parcial de rações com teores de concentrado em bubalinos e bovinos.** Maringá, PR: UEM, 2004. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá.
- MAROUNEK, M.; SKRIVANOVA, V.; MACHAŇOVÁ, L. Effect of monensin on digestibility of nutrients, ruminal volatile fatty acids and parameters in young calves. **Landwirtschaftliche Forschung**, v.42, p.273–280, 1989.
- MARTIN, S.A.; NISBET, D.J. Effect of direct-fed microbials on rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.6, p.1736-1744, 1992.
- MEHERZ, A.Z.; ORSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agriculture Science**, v.88, n.1, p.6450-6550, 1977.
- MIRANDA, L.F.; CARVALHO, M.A.G.; TAVARES, F.S. et al. Desempenho e características das carcaças de novilhos Simental suplementados com probióticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 2001. p. 1035–1037.
- MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho e desenvolvimento ponderal de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.605–613, 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7<sup>a</sup> ed., Washington: National Academy of Press, 2001. 157p.
- NEWBOLD, C.J. **Proposed mechanisms for enzymes as modifiers of ruminal fermentation.** Dispoteor na Internet. <http://www.animal.ufl.edu/dairy/pubs>, capturado em julho de 2004.
- NICODEMO, M.L.F. **Uso de aditivos na Dieta de Bovinos de Corte.** 2001, Campo Grande – EMBRAPA Gado de Corte, p.9-53, outubro 2001.
- NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein end energy digestility: a review. **Journal Dairy Science**, v.71, n.8, p.2051-2059, 1988.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The stimulation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, v.92, n.2, p.499, 1979.
- PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. et al. Fontes nitrogenadas e uso de *saccharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhos: consumo. Digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.563–572, 2001.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI, P. **Manual prático de avaliação nutricional de alimentos.** Piracicaba:FEALQ, 1995.
- POMAR, C.; BERNIER, J.F.; SEONE, F.R. et al. High roughage rations with or without monensin for veal production. 2. Ration digestibility. **Canadian Journal of Animal Science**, v.69, p.403–410, 1989.

- PRADHAN, K.; BHATIA, S.K.; SANGWAN, D.C. Feed consumption pattern, ruminal degradation, nutrient digestibility and physiological reactions in buffalo and cattle. **Indian Journal of Animal Sciences**, New Delhi, v.67, n.2, p.149-151, Feb. 1997.
- PUTMAN, D.E.; SCAWAB, C.G.; SOCHA, M.T. et al. Effect of yeast culture in the diets of early lactation dairy cows on ruminal fermentation and passage of nitrogen fractions and amino acids to the small intestine. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.2, p.374-384, 1997.
- PUNIA, B.S.; DAHIYA, S.S. Nutrient utilization and water metabolism in buffalo bullocks fed wheat straw and green sorghum. **Indian Journal of Animal Nutrition**, v.15, n.2, p.97-99, 1998.
- QUEIROZ, R.C.; BERGAMASCHINE, A.F.; BASTOS, J.F.P. et al. Uso de produto à base de enzima e levedura na dieta de bovinos: Digestibilidade dos nutrientes e desempenho em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p. 1548-1556, 2004.
- RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; FONTES, C.A.A. et al. Fibra em detergente neutro versus fibra em detergente ácido na formulação de dietas para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.3, p.342-350, 1995.
- RODRIGUES, P.H.M.; MATTOS, W.R.S.; MELOTTI, L. et al. Monensina e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso/concentrado. **Scientia Agrícola**, v.58, n.3, p.449-455, 2001.
- ROGERS, J. A.; DAVIS, C. L. Rumen volatile acid fatty production and nutrient utilization in steers fed a diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. **Journal of Dairy Science**, v.65, p.944-952, 1982.
- RUSSELL, J.B. Bacteria: mechanisms of ionophore action in ruminal bacteria. In: SYMPOSIUM SCIENTIFIC UP DATE ON RUMENSIN/TYLAN FOR THE PROFESSIONAL FEEDLOT CONSULTANT, 1996, Amarillo, TX, Indianapolis, IN, **Proceedings...** Indianapolis: Elanco Animal Health, 1996, p. E1 – E19.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effects of additives on in vitro ruminal fermentation: A comparison of monensin and bacitracin, another gram-positive antibiotic. **Journal of Animal Science**, v.66, p.552–558, 1988.
- RUSSELL, J.B.; MARTIN, S.A. Effects of various methane inhibitors on the fermentation of amino acids by mixed rumen microorganisms *in vitro*. **Journal of Animal Science**, v.59, p.1329–1338, 1984.
- SAMPAIO, A.A.M.; VIEIRA, P.F.; BRITO, R.M. Digestão total e parcial de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo levedura, uréia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.589–597, 2000.
- SHARMA, D.D. Nutritional aspect in relation to meat production from buffaloes. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 2., 1988, New Delhi. **Proceedings...** New Delhi. 1988. p.475-490.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos**. 3<sup>a</sup> ed. Viçosa: UFV -Imprensa universitária, 2002. 235p.
- SOUZA, N.H.; FRANZOLIN, R.; RODRIGUES, P.H.M. et al. Efeitos de teores crescentes de fibra em detergente neutro na dieta sobre a digestão ruminal em bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1565-1577, 2000.

- WALLACE, R.J. Ruminant microbiology, biotechnology, and ruminant nutrition. **Journal of Animal Science**. v.72, n.11, p.2992-3003, 1994.
- WILLIAMS, P.E.V.; TAIT, C. A.G.; INNES, G.M. et al. 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. **Journal of Animal Science**, v.69, n.7, p.3016-3026, 1991.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Sistema de análise estatística e genética**. versão 8.0. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- VAN KEULEN, J.; YOUNG, B.A. Evaluation of acid-insoluble ash as a marker in ruminant digestibility studies. **Journal of Animal Science**, v.44, n.2, p. 283-287, 1977.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. London: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.
- ZINN. R.A.; PLASCENCIA, A.; BARAJAS, R. Interaction of forage level and monensin in diets for feedlot cattle on growth performance and digestive function. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2209-2215, 1994.

### **Parâmetros Ruminais de Rações com Diferentes Teores de Volumoso: Concentrado com a Inclusão de Ionóforo ou Probiótico para Bubalinos e Bovinos**

**RESUMO:** Foi avaliado o uso de ionóforo (monensina sódica) e do probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* + selênio + cromo) nas rações sobre parâmetros ruminais (ácidos graxos voláteis – AGVs, pH e nitrogênio amoniacal – N-NH<sub>3</sub>) em bubalinos e bovinos, distribuídos em dois ensaios: Ensaio 1 - rações com maior proporção de concentrado (50:50) e Ensaio 2 - ração com maior proporção de volumoso (80:20). No Ensaio 1 utilizaram-se três búfalos, castrados, da raça Murrah e três bovinos, castrados, da raça Holandesa com peso médio de  $477 \pm 47$  kg e  $518 \pm 56$  kg respectivamente, distribuídos em um delineamento experimental com dois quadrados latinos 3 x 3, com um arranjo fatorial 3 x 2, sendo, ausência de aditivos, ionóforo ou probiótico e duas espécies (bubalina e bovina). Todavia, para o Ensaio 2 utilizaram-se três bovinos, castrados, da raça Holandesa, com peso médio de  $480 \pm 182$  kg, distribuídos no delineamento experimental em quadrado latino 3 x 3, em ambos ensaios os animais eram portadores de cânulas no rúmen e duodeno (tipo T simples). As coletas de líquido ruminal, para a determinação da concentração de AGVs, pH e amônia foram realizadas antes do fornecimento da alimentação e 2, 4, 6 e 8 horas após. As rações com ou sem aditivos e espécie animal não influenciaram ( $P > 0,05$ ) na concentração total de AGV, ácidos acético, propiônico e butírico em ambos ensaios, entretanto, o comportamento das curvas foi quadrático em função dos horários. No Ensaio 1, houve efeito ( $P < 0,05$ ) das rações sobre a relação acetato/propionato, sendo semelhante entre as espécies, e a ração com ionóforo apresentado a menor relação. Ainda, para o Ensaio 1 os valores de pH e N-NH<sub>3</sub> dos bubalinos foram superiores aos bovinos. No entanto, no Ensaio 2, os valores de pH e N-NH<sub>3</sub> diferiram ( $P < 0,05$ ) em função dos horários, apresentando comportamento quadrático.

**Palavras-chave:** aditivos, ácidos graxos voláteis, búfalos, nitrogênio amoniacal, levedura, monensina sódica

### **Ruminal Parameters in Rations with Different Levels of Roughage:Concentrate with the Ionophore or Probiotic Inclusion to Bubaline and Bovine**

**ABSTRACT:** The ionophore (sodic monensin) and of the probiotic (*Saccharomyces cerevisiae* + selenium + chrome) effects were evaluated in rations on ruminal parameters (volatile fatty acids - VFA, pH and ammoniacal nitrogen - NH<sub>3</sub>-N) in bubaline and bovine, distributed in two trials: Trial 1 - rations with higher concentrate (50:50) and Trial 2 - ration with higher roughage (80:20) proportion. In the Trial 1 three castrated Murrah buffalos were used and three castrated steers Holstein, with of  $477 \pm 47$  kg and  $518 \pm 56$  kg average weight respectively, distributed in an experimental designed with two Latin 3 x 3 squares, with a 3 x 2 factorial arrangement, considering, control, ionophore or probiotic and two species (bubaline and bovine). To the Trail 2 three castrated steers Holstein with of  $480 \pm 182$  kg an average live weight, distributed in an experimental designed with a Latin 3 x 3 square, in both Trials the animals had ruminal and duodenal cannulas. The ruminal liquid collection to determine the VFA concentration, pH and ammonium were done before the first feeding and 2, 4, 6 and 8 hours after it. The rations with or without additive and animal species did not influence ( $P>0.05$ ) the total VFA concentration, acetate, propionate and butirate acids in both Trials, however, the curves behavior was quadratic in function of the times. In the Trial 1, there was ( $P<0.05$ ) rations effects on the acetate/propionate proportion, being similar between the species, and the ration with ionophore presented the smallest proportion. To the Trial 1 the pH values and NH<sub>3</sub>-N of the bubaline were higher compared to the bovine. However, to the Trial 2, the pH values and NH<sub>3</sub>-N differed ( $P<0.05$ ) in function of the time, presenting a quadratic behavior.

**Key words:** additive, ammoniacal nitrogen, buffalos, yeast, sodic monensin, volatile fatty acid

## Introdução

Os animais ruminantes têm a capacidade peculiar de coletar, armazenar, processar e aproveitar alimentos fibrosos, inadequados ao consumo humano, convertendo-os em substâncias nutritivas que, posteriormente, são aproveitadas para produção de carne, leite, lã e trabalho. Este processo depende intimamente da fermentação ruminal realizada pelos microrganismos que habitam os pré-estômagos do animal, e que podem ser modificado pelo pH ruminal. Vários estudos têm demonstrado que a adição de quantidade excessiva de concentrado à dieta dos animais resultou em redução de pH ruminal, devido a rápida fermentação dos carboidratos não-estruturais e a sua intensa produção de ácidos graxos voláteis, o que pode produzir grande impacto sobre a digestão da fibra (Russell et al., 1992).

Ruminantes alimentados com dietas ricas em concentrados tendem a apresentar diminuição do pH do conteúdo ruminal, podendo ocorrer acidose, porém os animais suplementados com monensina apresentam aumento do pH ruminal (Russel, 1996). Entretanto, Duff et al. (1995) trabalhando com dieta contendo 90% de concentrado, não observaram diferenças no pH ruminal com a utilização de ionóforo. Todavia, Salles & Lucci (2000), observaram pH superior a 6,0 quando utilizaram monensina para bezerros ruminantes em crescimento acelerado.

A amônia é a principal fonte de nitrogênio usada para a síntese de proteína microbiana, sendo o produto final resultante do processo fermentativo de proteína realizado por microrganismos ruminais. Segundo Satter & Styler (1974), as concentrações de  $N-NH_3$  superiores a 5 mg/100mL de fluido representam um excesso que não é utilizado para a síntese microbiana. Segundo Russell et al. (1992), a produção e absorção excessivas de amônia aumentam a excreção de N e o custo energético de

produção de uréia. O excesso de amônia é excretado via urina e pode contaminar solos e cursos d'água próximos a centros criatórios (Barbosa et al, 2001).

Lana et al. (2000), estudaram o efeito da monensina na fermentação de proteína de algumas fontes de alimentos, e verificaram que a monensina interagiu com o pH sobre a degradabilidade da proteína (-0,47) ( $P < 0,05$ ), indicando que o ionóforo foi mais efetivo em reduzir a degradação em maiores valores de pH no meio. A inibição da monensina sobre a degradação da proteína foi reduzida em líquido ruminal com maior acidez, mostrando-se similar ao efeito de pH, provavelmente pela inibição de populações de bactérias desaminadoras de aminoácidos. A interação entre acidez e monensina sobre a produção de amônia pode ser a explicação do maior efeito dessa substância sobre o desempenho de animais em pastejo e, conseqüentemente, sobre a eficiência de utilização do nitrogênio alimentar, em comparação aqueles em confinamento (Goodrich et al, 1984).

Thornton & Owens (1981) utilizaram dietas com alta (14,4% PB e 40% de FDA), média (12,3% PB e 27% de FDA) e baixa proporção de forragem (12,6% PB e 12% de FDA) com ou sem 200 mg de monensina. Com a adição, a produção de metano decresceu 24% para o teor mais alto e 16% para os menores teores; a digestibilidade de matéria seca e retenção de N não foram alteradas.

O emprego de maiores quantidades de grãos de cereais na dieta de bovinos em confinamento baseia-se no fato dos mesmos serem ricos em amido, e este ser o principal responsável pela energia necessária para manutenção e crescimento das bactérias ruminais (Passini et al., 2003). Por sua vez, os microrganismos do rúmen através de suas vias metabólicas de extração de energia, produzem principalmente os ácidos graxos voláteis (AGVs), que, segundo Van Soest (1994), suprem mais de 85% das exigências energéticas do animal.

A alteração da população microbiana ruminal provocada principalmente pelo emprego de aditivos, é responsável por mudanças nos subconjuntos de fermentações, influenciando na proporção de AGVs formados pelas dietas polissacarídicas. Resultados obtidos em bovinos alimentados tanto com alta proporção de concentrados ou volumosos mostram um aumento na eficiência alimentar, com o uso de ionóforos. O número total de ácidos graxos voláteis formados não alterou, porém a proporção de propionato aumentou, enquanto que a concentração de acetato e butirato diminuíram. O aumento na concentração de propionato leva a diminuição da utilização de proteínas para a gliconeogênese, uma vez que o propionato é o único ácido graxo volátil que pode ser utilizado para a síntese de glicose. A alta proporção de propionato também leva a diminuição na produção de metano. (Van Nevel, 1991; Van Soest, 1994; Russell, 1996; Lana & Russell, 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ionóforo (monensina sódica) e do probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* + selênio + cromo) em rações com maior proporção de concentrado (50%) e em rações com maior proporção de volumoso (80%) sobre parâmetros ruminais (ácidos graxos voláteis – AGVs, pH, e nitrogênio amoniacal) em bubalinos e bovinos.

### **Material e Métodos**

#### *Local:*

O experimento foi realizado no setor de Bovinocultura de Corte da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI - UEM) no período de dezembro de 2003 a julho de 2004 e as análises químicas foram realizadas nos Laboratórios de Análises de Alimentos e Nutrição Animal pertencentes aos Departamentos de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá e da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo - ESALQ.

*Animais e Instalações:*

O experimento foi dividido em Ensaio 1 e 2. No Ensaio 1 foram avaliados os parâmetros ruminais comparando, bubalinos e bovinos, alimentados com ração de 50:50% volumoso:concentrado e com adição de aditivos. No Ensaio 2 foram utilizados somente bovinos para comparar os parâmetros ruminais quando alimentados com uma ração de 80:20% volumoso:concentrado. Os búfalos não foram utilizados, pois tiveram problemas no último período com perdas de cânulas e morte dos animais. No Ensaio 1 foram utilizados, três búfalos, machos, castrados, da raça Murrah com peso vivo médio de  $477 \pm 47$  kg e três bovinos, machos, castrados, da raça Holandesa, com peso vivo médio de  $518 \pm 56$  kg portadores de cânulas no rúmen e duodeno (tipo T simples). No Ensaio 2 foram utilizados somente três bovinos, machos, castrados, da raça Holandesa, com peso vivo médio de  $480 \pm 182$  kg. Os animais foram mantidos em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de comedouro e bebedouro com as laterais fechadas com madeira para evitar acidentes como a retirada forçada das cânulas.

*Alimentos, aditivos e rações experimentais:*

Os alimentos utilizados para compor a rações basais dos Ensaio 1 e 2 foram: farelo de soja e milho, e os volumosos utilizados foram à silagem de milho e o feno de Tifton 85. Para cada ensaio foram utilizadas três rações: testemunha, com ionóforo ou com probiótico. A composição química dos alimentos dos Ensaio 1 e 2 pode ser observada nas Tabelas 1 e 2.

Os aditivos empregados neste experimento segundo Butolo (2002) são classificados de acordo com modo de ação específico, princípios ativos e nomes comerciais como: ionóforos – 10% monensina sódica – Rumensin<sup>®</sup>, probióticos – levedura (*Saccharomyces cerevisiae*  $5 \times 10^6$  ufc/g + 50 mg Selênio + 300 mg Cromo) – Beef - sacc<sup>®</sup>.

Tabela 1 - Composição química dos alimentos (% na MS)<sup>1</sup>, do ensaio 1.Table 1 - Chemical composition of ingredients (% DM)<sup>1</sup>, from trial 1.

Alimentos Ingredients	%MS %DM	%MO %OM	%PB %CP	%FDN %NDF	%FDA %ADF	%EE %EE	AM% %Starch
Farelo de soja Soybean meal	89,17	94,42	45,36	14,47	7,57	2,33	15,19
Milho moído Corn ground	87,56	98,96	8,84	15,32	3,72	3,42	73,74
Silagem de milho Corn silage	95,37	90,76	7,19	53,31	31,33	2,16	21,01
*ionóforo ionophore	90,33	84,24	11,88	17,35	11,03	3,79	34,50
*probiótico probiotic	92,39	85,72	38,57	2,79	1,2	3,43	3,91

<sup>1</sup>MS= material seca, MO= matéria orgânica, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, EE= extrato etéreo, AM= amido

<sup>1</sup>DM= dry matter, OM= organic matter, CP= crude protein, NDF= neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber, EE= ether extract, STAR= starch

\*ionóforo (monensina sódica – Rumensin<sup>®</sup>) e probiótico (levedura + selênio + cromo – Beef - sacc<sup>®</sup>)

\*ionophore (sodic monensina - Rumensin<sup>®</sup>) and probiotic (yeast + selenium + chromo – Beef -sacc<sup>®</sup>)

Tabela 2 - Composição química dos alimentos (% na MS)<sup>1</sup>, do ensaio 2.Table 2 - Chemical composition of ingredients (% DM)<sup>1</sup>, from trial 2.

Alimentos Ingredients	%MS %DM	%MO %OM	%PB %CP	%FDN %NDF	%FDA %ADF	%EE %EE	AM% %Starch
Farelo de soja Soybean meal	89,37	94,48	47,43	14,85	7,75	1,65	13,11
Milho moído Corn ground	87,70	94,75	10,01	9,40	6,72	3,24	75,20
Feno de Tifton 85 Tifton hay	95,05	91,11	6,60	79,81	39,98	1,56	1,84
*ionóforo ionophore	90,33	84,24	11,88	17,35	11,03	3,79	34,50
*probiótico probiotic	92,39	85,72	38,57	2,79	1,2	3,43	3,91

<sup>1</sup>MS= material seca, MO= matéria orgânica, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, EE= extrato etéreo, AM= amido

<sup>1</sup>DM= dry matter, OM= organic matter, CP= crude protein, NDF= neutral detergent fiber, ADF= acid detergent fiber, EE= ether extract, STAR= starch

\*ionóforo (monensina sódica – Rumensin<sup>®</sup>) e probiótico (levedura + selênio + cromo – Beef - sacc<sup>®</sup>)

\*ionophore (sodic monensina - Rumensin<sup>®</sup>) and probiotic (yeast + selenium + chromo – Beef -sacc<sup>®</sup>)

As rações foram balanceadas de acordo com NRC (2001), de forma a apresentarem 11,0% PB na MS e 70% de NDT e 11,0% na MS e 68% de NDT (nutrientes digestíveis totais) na MS, em uma relação de 50:50 e 80:20 volumoso:concentrado, para os Ensaios 1 e 2, respectivamente.

A composição percentual e química das três rações experimentais para os Ensaios 1 e 2 está demonstrada na Tabela 3. A ração foi fornecida aos animais duas vezes ao

dia, pela manhã (8h) e à tarde (16h), sendo o volumoso e o concentrado misturados no cocho. Os aditivos foram adicionados diretamente no cocho nos mesmos horários de fornecimento da ração para melhor homogeneização e certeza de que os animais estariam ingerindo a dosagem recomendada pelo fabricante: 2 g/animal/dia – ionóforo e 5 g/animal/dia – probiótico. A dosagem foi dividida em duas doses, metade pela manhã (1 g - ionóforo e 2,5 g - probiótico), e a outra metade fornecida no período da tarde. Ainda os aditivos foram fornecidos sempre antes das refeições, em uma pequena fração da ração, desta forma logo após os bubalinos e bovinos terem ingerido os aditivos, a ração previamente pesada em balança eletrônica era colocada no cocho, repetindo-se o mesmo processo no período da tarde.

Tabela 3 - Composição percentual e química das rações experimentais (% na MS)

Table 3 - Percentual and chemical composition of experimental diets (dry matter percentage)

Alimentos <i>Ingredients</i>	Rações Experimentais <i>Experimental diets</i>	
	*Ensaio 1	*Ensaio 2
	50:50	80:20
Farelo de soja ( <i>Soybean meal</i> )	9,0	8,0
Milho moído ( <i>Corn ground</i> )	40,0	11,0
Silagem de milho ( <i>Corn silage</i> )	50,0	-
Feno de Tifton 85 ( <i>Tifton hay</i> )	-	80,0
Sal mineral ( <i>Salt</i> )	1,0	1,0
<b>Nutrientes (<i>Nutrients</i>)</b>		
Matéria Seca ( <i>Dry matter</i> )	59,95	93,84
Matéria Orgânica ( <i>Organic matter</i> )	93,61	91,01
Proteína bruta ( <i>Crude protein</i> )	11,21	10,18
Fibra em detergente neutro ( <i>Neutral detergent fiber</i> )	34,09	66,07
Fibra em detergente ácido ( <i>Acid detergent fiber</i> )	17,84	33,35
Extrato etéreo ( <i>Ether extract</i> )	2,66	1,74
Amido ( <i>Starch</i> )	41,37	10,79
Matéria mineral ( <i>Ash</i> )	6,39	8,99
Cinza insolúvel em ácido ( <i>Acid insoluble ash</i> )	0,78	0,85

\*Foi adicionado 2 g ionóforo (10% monensina sódica – Rumensin<sup>®</sup>) e adicionado 5 g do probiótico (levedura + 50 mg selênio + 50 mg cromo – beef – sacc<sup>®</sup>), perfazendo 3 rações experimentais: testemunha, ionóforo e probiótico.

Procedeu-se a estimativa do peso dos animais através de fita (perímetro torácico) no final de cada período de adaptação e no final de cada período de coleta. As baias e as cânulas dos animais eram lavadas duas vezes ao dia.

Os animais receberam diariamente sal mineral na dieta, obtido da mistura 1:1 de sal comum com um suplemento comercial® contendo na sua composição por kg do produto 65,0 g de fósforo, 130,0 g de cálcio 5,0 g de magnésio, 13,0 g de enxofre, 700 mg de ferro, 850 mg de cobre, 1000 mg de manganês, 120 g de iodo e 80 g de cobalto.

O fornecimento de ração foi restrito a 2% do peso vivo (PV) (140% da exigência de energia líquida de manutenção dos animais) para diminuir os efeitos do consumo sobre os coeficientes de digestão.

*Manejo e metodologia de coleta e preparo das amostras:*

Cada período experimental teve duração de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais e 7 dias de coleta. Durante o período de coleta, foi coletado 70 mL de fluido ruminal via cânula ruminal, nos tempos 0 (que antecede a primeira alimentação) 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação da manhã. O pH foi medido imediatamente após cada coleta através de potenciômetro digital portátil, calibrados com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Aproximadamente 50 mL de fluido ruminal foram acidificados com 1 mL de ácido sulfúrico 1:1 para determinações das concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e ácidos graxos voláteis (AGV).

*Análises químicas:*

Das amostras após serem descongeladas e centrifugadas (3.000 rpm/15 min) retirou-se uma alíquota de 2 mL do sobrenadante para análise de amônia. A dosagem de amônia nas amostras de líquido ruminal foi feita pela técnica de Ferner (1965) modificada por Vieira (1984).

Para determinação de AGV as amostras sofreram centrifugação a 15.000 g (4° C), durante 50 minutos, sendo analisadas de acordo com Palmquist & Conrad (1971) em cromatógrafo líquido-gasoso (Hewlett Packard 5890 Series II GC), equipado com integrador (Hewlett Packard 3396 Series II Integrator) e injetor automático (Hewlett

Packard 6890 Series Injector). O padrão interno utilizado foi o ácido 2-metilbutírico sendo acrescentado, em cada tubo para leitura em cromatógrafo, 100 µL do padrão, 800 µL da amostra e 200 µL de ácido fórmico. Uma mistura de ácidos graxos voláteis com concentração conhecida foi utilizada como padrão externo para a calibração do integrador.

*Análises estatísticas:*

Para o Ensaio 1 foi utilizado um delineamento experimental em 2 quadrados latinos 3 x 3, com um arranjo fatorial 3 x 2 correspondendo a (testemunha, ionóforo ou probiótico e duas espécies: bubalina e bovina). As análises estatísticas das variáveis estudadas foram interpretadas no Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) por meio de análise de variância (UFV, 1998).

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + P_j + T_k + ET_{ik} + Al/E_i + e_{ijkl}$$

Em que:

$Y_{ijk}$  = observação do efeito do tratamento k, no período j, da espécie i;  $\mu$  = constante geral da variável;  $E_i$  = efeito da espécie i; i = 1 (Búfalos), 2 (Bovinos);  $P_j$  = efeito de período j; j = 3 períodos;  $T_k$  = efeito do tratamento k; k= 3 (ausência ou presença de aditivos: ionóforo ou probiótico);  $ET_{ik}$  = interação entre espécie i e tratamento k;  $Al/E_i$  = efeito do animal l dentro da espécie i;  $e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação.

Quando a interação Tratamento x Espécie foi significativa procedeu-se à análise dos efeitos dos tratamentos dentro de cada espécie (UFV, 1998).

Para o Ensaio 2 foi utilizado um delineamento experimental em quadrado latino 3 x 3, correspondendo a (ausência ou presença de aditivos: ionóforo ou probiótico em bovinos). As análises estatísticas das variáveis estudadas foram interpretadas no Sistema

de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) por meio de análise de variância (UFV, 1998).

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + P_j + T_k + e_{ijkl}$$

Em que:

$Y_{ijk}$  = observação do efeito do tratamento  $k$ , no período  $j$ , da espécie  $i$ ;  $\mu$  = constante geral da variável;  $P_j$  = efeito de período  $j$ ;  $j = 3$  períodos;  $T_k$  = efeito do tratamento  $k$ ;  $k = 3$  (ausência ou presença de aditivos: ionóforo ou probiótico);  $e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a cada observação.

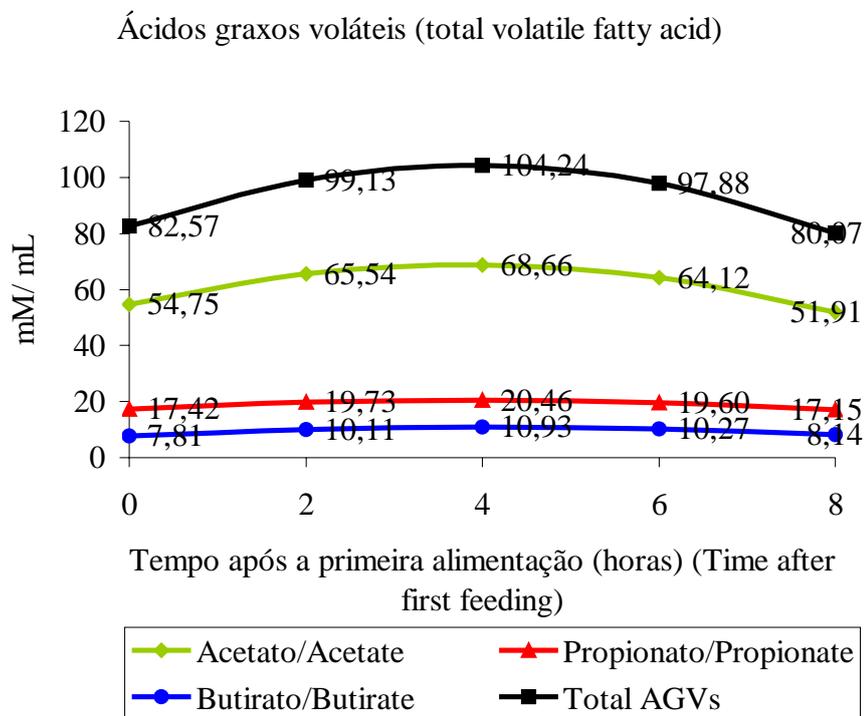
Para os valores observados de pH, N-NH<sub>3</sub> e AGVs no líquido ruminal dos animais (Ensaio 1 e 2), os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, e os tempos de amostragem, como subparcelas.

### **Resultados e Discussão**

Para o total de AGV, acetato, propionato e butirato do líquido ruminal ( $\mu\text{M}/\text{mL}$ ), não houve efeito ( $P > 0,05$ ) entre as espécies e as rações com 50% de volumoso e 50% de concentrado (sem ou com aditivos) nos tempos observados. Os valores médios do total de AGVs, acetato, propionato e butirato  $\mu\text{M}/\text{mL}$  do líquido ruminal em ambas espécies, observados em função das rações, nos tempos de 0, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação da manhã, podem ser verificados na Figura 1.

As concentrações de acetato, propionato, butirato e do total de ácidos graxos voláteis do líquido ruminal comportaram-se de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) em função do tempo após a primeira alimentação, nas rações experimentais em ambas espécies (Figura 2), tendo como valores de máximo concentração de acetato  $68,70 \mu\text{M}/\text{mL}$  às 3,81 horas, do propionato de  $20,46 \mu\text{M}/\text{mL}$  às 3,91 horas, do butirato  $10,93 \mu\text{M}/\text{mL}$  às

4,11 horas e do total de AGVs 104,24  $\mu\text{M}/\text{mL}$  às 3,89 horas para os búfalos e para os bovinos.



$$\text{Acetato/acetate} = 54,7494 + 7,31309 * T - 0,958566 * T^2 \quad (R^2 = 68\%)$$

$$\text{Propionato/propionate} = 17,4182 + 1,55393 * T - 0,958566 * T^2 \quad (R^2 = 65\%)$$

$$\text{Butirato/butirate} = 7,81472 + 1,51483 * T - 0,184274 * T^2 \quad (R^2 = 72\%)$$

$$\text{Total AGV/ total VFA} = 82,5657 + 11,1471 * T - 1,43236 * T^2 \quad (R^2 = 71\%)$$

Figura 1 – Concentração de acetato, propionato, butirato e total de ácidos graxos voláteis  $\mu\text{M}/\text{mL}$  do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, em bubalinos e bovinos alimentados com três rações experimentais.

Figure 1 – Acetate, propionate, butirate and total volatile fatty acid concentration  $\mu\text{M}/\text{mL}$  of the ruminal fluid in function of time after the feeding, in buffaloes and cattle fed with three experimental diets.

Lana & Russell (2001), observaram uma concentração de ácidos graxos voláteis superior de 130  $\mu\text{M}/\text{mL}$ , em bovinos alimentados com rações contendo 90% de concentrado e adição de monensina sódica, contudo, relataram que estes animais apresentaram pH ruminal variando 6,20, antes da alimentação, a 5,50, duas a três horas após a alimentação. No presente trabalho quando se utilizou uma ração a base de 50:50 volumoso:concentrado, foi observado uma variação para o pH ruminal de 6,75, período que antecede a alimentação, a 6,40%, três à quatro horas após a alimentação.

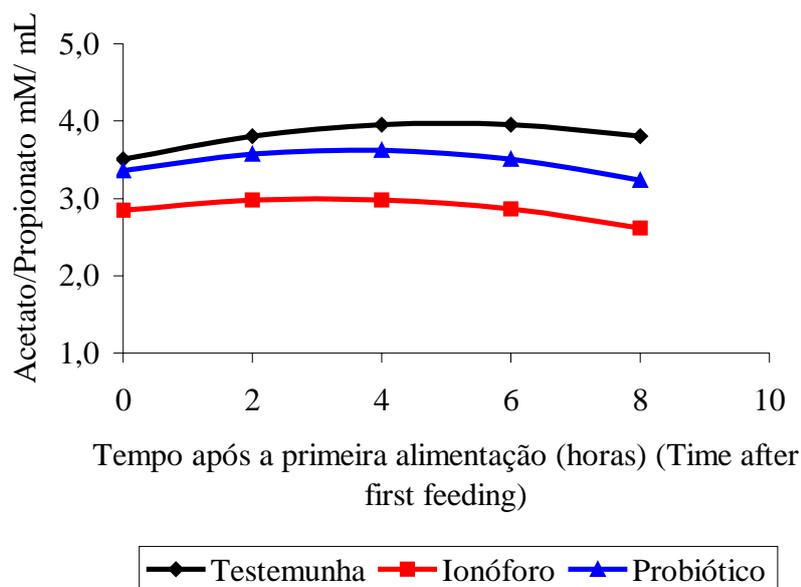
Apesar de não ter ocorrido diferença ( $P>0,05$ ) entre espécies, foi observado na espécie bubalina, que a adição de ionóforo a ração com 50:50 volumoso:concentrado, propiciou efeito positivo na concentração total de AGVs para todos os tempos observados, em relação as rações testemunha e com probiótico, embora este efeito devesse em grande parte aos maiores valores observados para a concentração de acetato, propionato e butirato (Tabela 1A). Todavia efeito diferente foi verificado para a espécie bovina, onde a presença de ionóforo também propiciou efeito positivo na concentração total de AGVs, entretanto a concentração de acetato foi diminuída e do propionato aumentada (Tabela 2A).

Houve redução nos valores observados para concentração de AGVs, acetato, propionato e butirato em função das rações com ou sem aditivos da espécie bubalina em relação a espécie bovina.

Os valores médios da relação acetato/propionato em  $\mu\text{M}/\text{mL}$  do líquido ruminal para as espécies bubalina e bovina, observados em função da ração testemunha, da ração com a adição de ionóforo ou probiótico nos tempos de 0, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação da manhã, podem ser verificados na Figura 2.

Houve diferença para a relação de acetato/propionato ( $\mu\text{M}/\text{mL}$ ) do líquido ruminal ( $P>0,05$ ) para rações experimentais (ração testemunha, ração com ionóforo e com probiótico) nos tempos observados. Com relação à concentração de acetato/propionato do líquido ruminal diferiu ( $P<0,05$ ) em relação ao tempo de forma quadrática (Figura 2).

Independente da espécie estudada, o fornecimento da ração com 50:50 volumoso:concentrado, verificou-se que a inclusão de ionóforo resultou em menores valores para a concentração de acetato/propionato quando comparada com as demais rações, e tendo como ponto de máximo concentração a relação de acetato/propionato de



$$\text{Testemunha/control} = 3,5081 + 0,186846 * T - 0,0187218 * T^2 \quad (R^2 = 63\%)$$

$$\text{Ionóforo/ionophore} = 2,84933 + 0,0947585 * T - 0,0154321 * T^2 \quad (R^2 = 75\%)$$

$$\text{Probiótico/probiotic} = 3,35659 + 0,147423 * T - 0,0203017 * T^2 \quad (R^2 = 67\%)$$

Figura 2 – Concentração da relação acetato:propionato  $\mu\text{M}/\text{mL}$  do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, em bubalinos e bovinos alimentados com rações testemunha, com ionóforo e probiótico.

Figure 2 – Acetate to propionate ratio concentration  $\mu\text{M}/\text{mL}$  of the ruminal fluid in function of time after the feeding, in buffaloes and cattle fed with control ration, with ionophore and probiotic presence.

3,0  $\mu\text{M}/\text{mL}$  às 3,10 horas, enquanto que os maiores valores foram para as rações com probiótico e testemunha que apresentaram 3,6 e 4,0  $\mu\text{M}/\text{mL}$  às 3,63 e 5,00 horas, respectivamente. Amaro et al. (2002) estudaram diferentes doses de lasalocida e observaram para a proporção acetato/propionato como média geral 3,65, valor este superior ao encontrado no presente trabalho. Rodrigues (1996), utilizando lasalocida em dietas com proporções volumoso/concentrado diferentes (70:30 e 40:60), relatou que os maiores efeitos do ionóforo, sobre o aumento da proporção molar de propionato, ocorreram quando os animais receberam grandes proporções de concentrado. Para Medeiros & Lanna (1999), o aumento da retenção de energia fermentada no rúmen devido a uma alteração no padrão de fermentação provocada pela inclusão de ionóforo

com maior produção de propionato em relação a acetato, é decorrente da diminuição das perdas através de metano.

Outros autores (Bergen & Bates, 1984; Russell & Strobel, 1989; Lana & Russell, 2001) relataram que a monensina quase sempre causa decréscimo nas produções de metano e na relação acetato/propionato, sendo estas características utilizadas como rotina para a avaliação de ionóforos e aditivos ruminais, ainda, Lana & Russell (2001) ressaltam que o relacionamento entre metano e acetato/propionato deve ser estequiométrico, mas há falta de informação sobre esta relação.

No presente trabalho, em ambas espécies, todo o decréscimo da relação acetato/propionato, foi causado pelo aumento da concentração de propionato ( $\mu\text{M}/\text{mL}$ ) principalmente para ração com adição de ionóforo, isto é conferido na comparação dos valores observados para o propionato, em relação às demais rações (Tabelas 1A e 2A), embora o ionóforo tenha provocado aumento na concentração de acetato ( $\mu\text{M}/\text{mL}$ ) na espécie bubalina.

Garcia et al. (2000) verificaram o efeito da suplementação de *Saccharomyces cerevisiae* (Levucell®) e monensina para ovinos da raça Suffolk recebendo uma dieta base com 50% de feno de alfafa e 50% de grãos de sorgo, melaço, uréia e farelo de soja, e encontraram valores de 3,77%, 2,71%, 3,85% e 2,72% molar para a relação acetato/propionato, nos tratamentos controle, com monensina, com levedura e da combinação monensina + levedura.

Os valores médios de pH do líquido ruminal em búfalos e bovinos no Ensaio 1, observados em função das rações experimentais nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação da manhã, podem ser verificados na Figura 3.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para o pH do líquido ruminal nos tempos observados para as rações testemunha, com ionóforo e com probiótico. Barbosa et al.

(2001), estudando a fermentação da proteína de seis alimentos (fubá de milho, farelo de trigo, sorgo, farelo de soja, glúten de milho e uréia) por microrganismos ruminais, incubados puros ou com monensina ou rumensin, não encontraram grande variação no pH ao longo das incubações, observando-se um pH médio inicial de 6,94 e final de 7,03%.

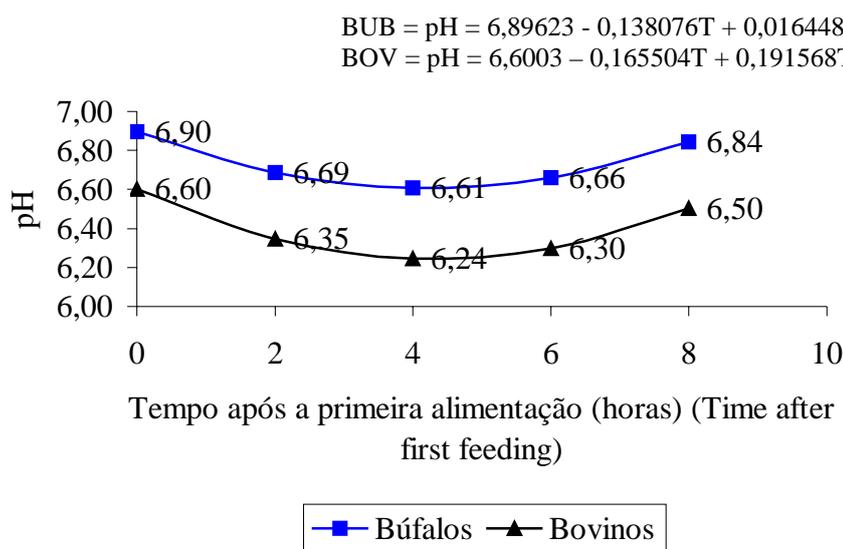


Figura 3 – Curvas de pH médio e equação de regressão do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, para bubalinos e bovinos alimentados com três rações experimentais.

*Figure 3 – Curves of average pH regression equations ruminal fluid in function of time after the feeding, in buffaloes and cattle fed with three diets experimental.*

Amaro et al. (2002), estudaram efeitos de teores e período de adaptação a lasalocida sódica sobre os parâmetros de fermentação ruminal, em vacas mestiças Holandês-Zebu, recebendo uma ração com 50:50 volumoso:concentrado, sem a adição de lasalocida ou com 50 mg, 100 mg e 200 mg/animal/dia, encontraram valores semelhantes para o pH ruminal de 6,40, 6,55, 6,48 e 6,39, respectivamente.

A diminuição do pH pelo fornecimento de rações com alta quantidade de grãos torna a dietas altamente fermentescíveis, devido principalmente ao acúmulo de ácido láctico, que por ser muito forte resulta em diminuição quase que imediata do pH,

causando inclusive acidose. Entretanto, o uso de ionóforos pode diminuir a produção de ácido láctico, assim elevando o pH.

Garcia et al. (2000), adicionaram a dose de 1 g/dia de Levucell® (*Saccharomyces cerevisiae*,  $20 \times 10^9$  ufc/g) diretamente dentro do rúmen de ovinos da raça Suffolk, concluíram que o pH ruminal (6,51 pH) não foi afetado pelo *S. cerevisiae*, mas que o crescimento de bactérias celulolíticas e a anaerobiose ruminal foram aumentados.

O uso de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) utilizadas com o intuito de aumentar a digestibilidade de fibra, irá atuar em pH 6,5, onde sua taxa de crescimento é menor. Entretanto, neste pH secretam compostos químicos que irá servir de fatores de crescimento para as bactérias do rúmen. Segundo Rose (1997) citado por Nicodemo (2001), as leveduras possuem papel importantíssimo no processo de estabilização do pH ruminal.

Contudo, o pH do líquido ruminal diferiu ( $P < 0,05$ ) em relação ao tempo de forma quadrática. Os valores máximos de pH do líquido ruminal, para ambas espécies, ocorreram no tempo zero hora (antes da alimentação) 6,90 para búfalos e 6,60 para bovinos, enquanto, o valor mínimo estimado de pH observado para os búfalos foi de 6,60 às 4,19 horas e para os bovinos 6,24 às 4,31 horas.

Foi observado efeito ( $P < 0,05$ ) da espécie sobre o pH ruminal, sendo a média dos bubalinos de 6,74 e os bovinos de 6,40. Também, Souza et al, (2000) e Maeda (2004) observaram maior valor de pH ruminal para bubalinos quando comparados com bovinos. Maeda (2004) ressalta que o maior valor de pH ruminal para os búfalos, provavelmente pode ser explicado pelo comportamento da alimentação, em que os bubalinos consumiam a ração de forma mais gradativa ao longo do dia o que fez com que não apresentassem quedas bruscas de pH. Para Sivkova et al. (1997), o maior valor

de pH observado para os búfalos em relação aos bovinos é devido a uma secreção salivar mais intensa que aumenta o tamponamento no rúmen.

Observou-se que os menores valores de pH estiveram sempre acima de 6,00 valores inferiores poderiam acarretar uma diminuição da atividade dos microrganismos fibrolíticos (Coelho da Silva & Leão, 1979).

Os valores médios de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) do líquido ruminal em búfalos e bovinos no Ensaio 1, observados em função das rações experimentais nos tempos de 0, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação da manhã, podem ser verificados na Figura 4.

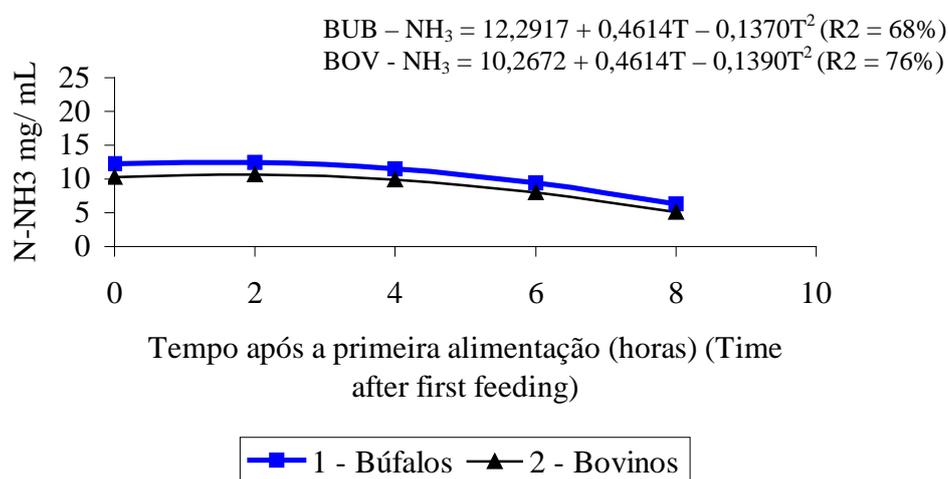


Figura 4 - Concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) mg/ 100 mL do líquido ruminal em função do tempo após à alimentação, em bubalinos e bovinos alimentados com três com três rações experimentais.

Figure 4 – Ammonia nitrogen concentration (N-NH<sub>3</sub>) mg/100 mL of ruminal fluid in function of time after the feeding, in buffaloes and cattle fed with three experimental diets.

Não foi observada diferença (P>0,05) para a concentração de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal para as rações experimentais (rações testemunha, com ionóforo ou com probiótico). Para Russel (1996), o decréscimo da concentração de amônia ruminal vai depender da taxa de degradação da proteína/carboidrato no rúmen, uma vez que, em baixas taxas, a produção de amônia ruminal e a ação da monensina são mínimas. O efeito dos ionóforos é maior em dietas à base de forrageiras ricas em proteínas, pois, sob

estas condições, a taxa de degradação de proteína é muito maior que a taxa de fermentação de carboidratos e os teores de amônia ruminal geralmente são altos.

Lana et al. (2000) estudaram os efeitos da monensina *in vitro* na fermentação da proteína de algumas fontes de alimento (farelo de soja, farelo de trigo e fubá de milho), e observaram que a monensina foi mais eficiente em reduzir a taxa de produção de amônia no alimento com alto teor de proteína. Apesar de que Oliveira et al. (2004) estudando diferentes fontes de nitrogênio, não observaram redução da produção de amônia no tratamento contendo farinha de peixe. Desta forma, as afirmações de Russell (1996), de que os ionóforos apresentam melhores resultados em dietas contendo alta relação degradável de proteína/carboidrato fermentescível confirmam essas informações.

Salles & Lucci (2000) forneceram teores monensina (0; 0,4; 0,8; e 1,2 mg/monensina/kg de PV - Rumensin®) para 20 bezerros inteiros holandeses, recebendo uma ração peletizada e à vontade, e analisaram o N-NH<sub>3</sub> do líquido ruminal após o abate dos animais, e verificou-se um decréscimo na concentração de N-NH<sub>3</sub> com o aumento dos teores de monensina.

A diminuição da produção de N-NH<sub>3</sub> com o uso de ionóforos pode ser causada indiretamente por redução no número total de células bacterianas, reduzindo assim a deaminação, portanto, a suplementação com ionóforos pode aumentar a fração de proteína dietética que escapa a degradação ruminal e utilizada nos intestinos.

Com relação ao efeito do tempo para concentração de amônia apresentou-se significativo ( $P < 0,05$ ), sendo esta variabilidade comum em ruminantes alimentados de forma intermitente (Mehrez et al., 1977).

As concentrações de N-NH<sub>3</sub> do líquido ruminal comportaram-se de forma quadrática em função do tempo após a primeira alimentação, nas rações experimentais

em ambas espécies, tendo como valores máximos de concentração de N-NH<sub>3</sub> de 12,52 mg/100mL às 1,28 horas para os búfalos e 10,65 mg/100mL às 1,65 horas, para bovinos. Estes valores são superiores aos valores médios de amônia recomendados por Satter & Slyter (1974), Preston & Leng (1987), correspondentes a 5,0 mg e 8,0 mg, respectivamente, para o máximo crescimento microbiano, mais abaixo dos 24 mg recomendados por Mehrez et al. (1977) para o máximo desaparecimento do substrato, embora estes tenham proposto não ser necessário manter, de forma constante, altas concentrações de amônia no líquido ruminal.

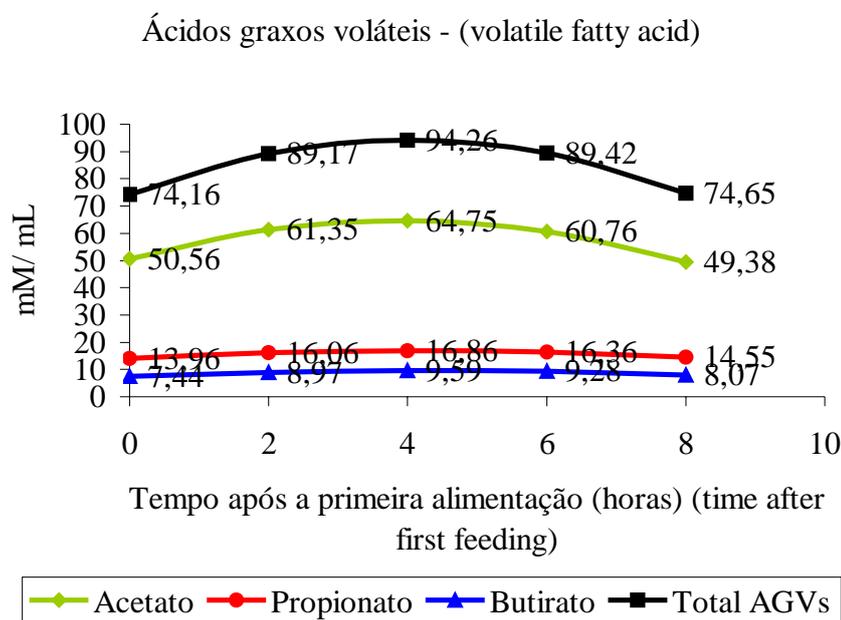
Maeda (2004) também observou maior valor de N-NH<sub>3</sub> no rúmen de bubalinos quando comparados com bovinos. Para o autor, o maior tempo de retenção da digesta no rúmen do búfalo em relação aos bovinos e a reciclagem salivar de N explicam os resultados observados por este.

Zanetti et al. (1995) utilizaram uma ração composta de feno de Coast-cross, fubá de milho e farelo de algodão com 9,91%PB, e coletaram o líquido ruminal e 2, 4, 6 e horas após a alimentação da manhã e verificaram que os bubalinos apresentaram maiores valores de amônia (17,18 mg/ 100 mL) que os bovinos (11,63 mg/ 100 mL).

Com relação aos valores médios observados para o N-amoniaco, a ração com ionóforo propiciou redução para produção de amônia ruminal na espécie bubalina (9,81 mg/ 100 mL). Todavia, os bovinos apresentaram para as rações testemunha, com ionóforo e probiótico, os menores valores numéricos para a concentração de N-amoniaco, cuja média foi de 9,13 mg/ 100 mL (Tabela 3A).

Para a ração com 80:20 volumoso:concentrado (Ensaio 2), os valores médios da concentração total de ácidos graxos voláteis ( $\mu$ M/ mL), acetato, propionato e butirato do líquido ruminal de bovinos, observados em função das rações experimentais (rações testemunha, com ionóforo ou com probiótico), nos tempos de 0 antes da alimentação e

de 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação da manhã, podem ser verificados na Tabela 4A e Figura 5.



$$\text{Acetato/acetate} = 50,5562 + 7,24146 * T - 0,923519 T^2 \quad (R^2 = 68\%)$$

$$\text{Propionato/propionate} = 13,9631 + 1,37416 * T - 0,162565 * T^2 \quad (R^2 = 72\%)$$

$$\text{Butirato/butirate} = 7,43955 + 0,995046 * T - 0,114586 * T^2 \quad (R^2 = 70\%)$$

$$\text{Total de AGVs/total VFA} = 74,1588 + 9,98823 * T - 1,240858 T^2 \quad (R^2 = 78\%)$$

Figura 5 – Concentração do acetato, propionato, butirato e total de ácidos graxos voláteis  $\mu\text{M/ mL}$  do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, em bovinos alimentados com três rações experimentais (ausência ou presença de aditivos).

Figure 5 – Acetate, propionate, butirate and the total volatile fatty acid concentration  $\mu\text{M/ mL}$  of the ruminal fluid in function of time after the feeding, in buffaloes and cattle fed with three experimental diets (without or with additive).

Para a concentração do total de ácidos graxos voláteis, acetato, propionato e butirato do líquido ruminal ( $\mu\text{M/ mL}$ ), não houve efeito ( $P > 0,05$ ) para as rações experimentais (sem ou com aditivos) nos tempos observados. Numerosos estudos com a inclusão de ionóforos na ração têm demonstrado troca na proporção molar de ácidos graxos voláteis no rúmen. Esta troca apresenta aumento do propiônico e diminuição das proporções de acetato e butirato, e a concentração total de AGV se mantém estável ou sofre pequena diminuição, sendo consequência da troca na ecologia microbiana do rúmen. Salles & Lucci (2000), coletaram líquido ruminal após o abate de bezerros

recebendo monensina, e verificaram efeito linear para a concentração de ácido acético, ácido butírico e quantidade de ácidos graxos totais, os quais foram reduzidos com o aumento dos teores de monensina.

Segundo Lana & Russel (2001), quando bactérias ruminais de bovinos alimentados exclusivamente em forragem foram incubadas *in vitro* com feno de gramínea por 24 horas, a produção total de AGVs (acético + propiônico + butirato) foi de 72  $\mu\text{M}/\text{mL}$ .

Para o teor de 80:20% volumoso:concentrado na ração de bovinos, a presença de ionóforo e probiótico nas rações propiciaram tendências de aumento para os valores médios observados da concentração total de AGVs e propionato, em relação a ração testemunha, também ocorreu tendência de aumento para a concentração molar de acetato com a inclusão de aditivos. Todavia, a concentração de butirato apresentou uma tendência de queda dos valores médios, com a inclusão de ionóforo ou probiótico às rações (Tabela 4A).

As concentrações de acetato, propionato, butirato e total de ácidos graxos voláteis do líquido ruminal comportaram-se de forma quadrática em função do tempo após a primeira alimentação, nas rações experimentais em bovinos, tendo como valores de máximo concentração de acetato 64,75  $\mu\text{M}/\text{mL}$  às 3,92 horas, do propionato de 16,87  $\mu\text{M}/\text{mL}$  às 4,22 horas, do butirato 9,60  $\mu\text{M}/\text{mL}$  às 4,34 horas e do total de AGVs 94,26  $\mu\text{M}/\text{mL}$  às 4,02 horas.

Os valores médios da relação acetato/propionato em  $\mu\text{M}/\text{mL}$  do líquido ruminal para a espécie bovina, observados em função das rações experimentais nos tempos de 0, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação da manhã, podem ser verificados na Figura 6. Para a relação do acetato/propionato, do líquido ruminal ( $\mu\text{M}/\text{mL}$ ), não houve efeito ( $P>0,05$ ) para as rações experimentais (sem ou com aditivos) nos tempos observados. Todavia,

suas concentrações do líquido ruminal diferiram ( $P < 0,05$ ) em relação ao tempo de forma quadrática (Figura 6), tendo como valor de máximo concentração de acetato/propionato  $3,93 \mu\text{M}/\text{mL}$  às 3,22 horas para os bovinos.

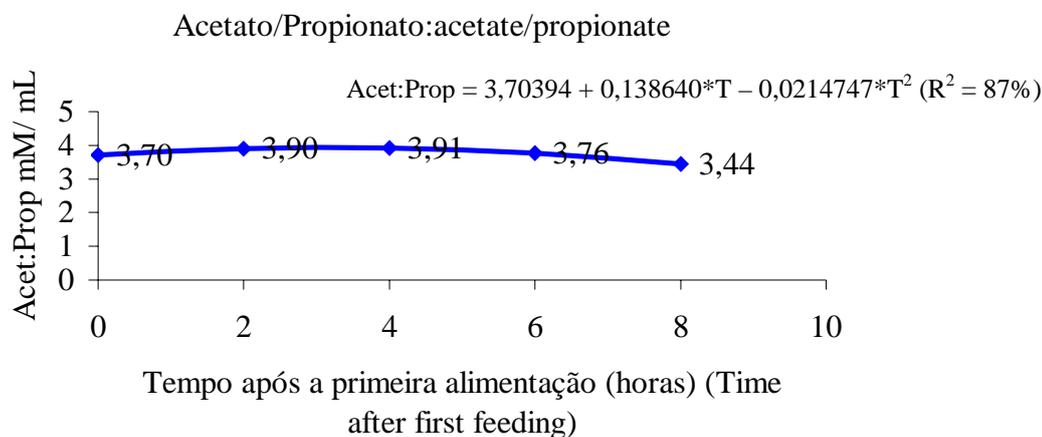


Figura 6 – Concentração da relação acetato:propionato  $\mu\text{M}/\text{mL}$  do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, em bovinos alimentados com a ausência e presença de aditivos na dieta.

*Figure 6 – Acetate to propionate ratio concentration  $\mu\text{M}/\text{mL}$  of the ruminal fluid in function of time after the feeding, in cattle fed with additives presence and ausence in diet.*

Amaro et al. (2002), avaliaram os efeitos de teores e períodos de adaptação à lasalocida sódica em vacas mestiças holandês-zebu, e verificaram que a proporção de acetato/propionato não diferiu ( $P = 0,0993$ ) para a administração de 0, 50, 100 e 200 mg/animal/dia, da mesma forma que não foram constatados efeito do tempo ( $P = 0,7527$ ). Os valores da relação acetato/propionato compreenderam médias de 3,74; 3,71; 3,68 e  $3,47 \mu\text{M}/\text{mL}$ , respectivamente para o controle e os teores de 50, 100 e 200 mg/animal/dia, com média geral de  $3,65 \mu\text{M}/\text{mL}$ .

Para os valores médios observados da concentração de acetato/propionato nas rações com adição ou ausência de aditivos, a ração com ionóforo apresentou tendência de queda, seguida da ração com probiótico, quando os animais receberam 80:20 volumoso:concentrado (Tabela 4A).

Os valores estimados de pH do líquido ruminal dos bovinos que ingeriram as rações experimentais (testemunha, com ionóforo e probiótico), nos tempos de 0 horas

antes da alimentação, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação, podem ser verificados na Figura 7. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para o pH do líquido ruminal nos tempos observados para as rações testemunha, com ionóforo e probiótico.

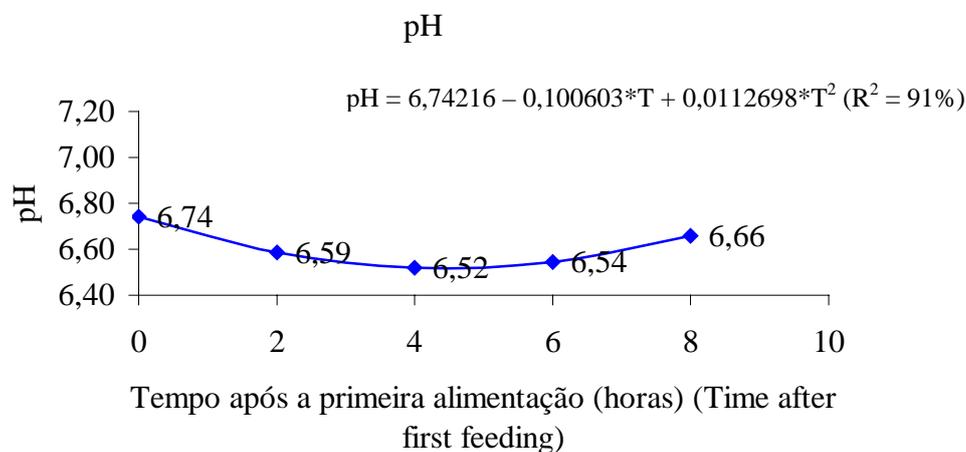


Figura 7 – Curvas de pH médio e equação de regressão do líquido ruminal em função do tempo após à alimentação, para bovinos alimentados com três rações experimentais.

*Figure 7 – Curves of average pH regression equations of ruminal fluid in function of time after the feeding, in cattle fed with three diets experimental.*

Vários experimentos não têm registrado efeitos dos ionóforos sobre o pH ruminal, independentemente da relação volumoso:concentrado da dieta: Morris et al. (1990), Knowlton et al. (1996), Rodrigues (1996), Wessels et al. (1996).

Para a Lana & Russell (2001) a inclusão de ionóforos em dietas contendo elevado teor de volumoso em comparação àquelas ricas em concentrado, determina um pH com menor variação (oscilação). Os autores discutem que as bactérias ruminais mais resistentes ao pH, *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus sp.*, são gram-positivas e sensíveis à monensina, e indicaram que o uso de cereais promovendo modesto declínios no pH ruminal acarretou aumento em *lactobacillus* produtores de bacteriocina, e esta possui modo de ação similar a monensina, portanto é provável que os *lactobacillus* produtores de bacteriocina selecionam bactérias resistentes à monensina.

Contudo, o pH do líquido ruminal diferiu ( $P < 0,05$ ) em relação ao tempo de forma quadrática. O valor máximo estimado de pH, pela equação foi 6,74 para as rações sem ou com aditivos, estimado às 0 horas antes da alimentação, enquanto o valor mínimo estimado para o pH ruminal foi em média de 6,51 às 4,46 horas após a alimentação. Os valores estimados de máximo e mínimo de pH no ensaio 2 são superiores aos encontrados no ensaio 1 (6,60 às zero horas e 6,24 às 4,31 horas), quando os bovinos receberam uma ração com 50:50% volumoso:concentrado. Desta forma fica evidenciado de que dietas ricas em concentrado tendem a apresentar diminuição do pH do conteúdo ruminal independente da adição de aditivos.

Maeda (2004) estudou três teores de concentrado (23, 43 e 63%), e verificou que o valor médio do pH foi de 6,3 para a espécie bovina, inferior ao presente trabalho quando se utilizou uma ração com 80:20% volumoso:concentrado.

Quando comparamos o pH em diferentes teores de concentrado nas rações 50:50% x 80:20% volumoso:concentrado em função do tempo, verificamos uma queda do pH para a ração com o teor mais alto de concentrado, variando entre 6,60 a 6,50 para 0 horas antes da alimentação e 8 horas após a alimentação, todavia para a ração com maior proporção de forragem, foi verificado um pH entre 6,74 e 6,66, com tendência para a neutralidade.

Estes dados estão de acordo com os obtidos por Valadares et al. (1997) que utilizaram quatro novilhos zebus, alimentados à vontade, com dietas contendo 55% de volumoso e 45% de concentrado, com teor de PB variando de 7 a 14,5%, e observaram que, entre todos os tratamentos e horários, os valores de pH variaram de 6,3 a 7,1.

Os menores valores de pH ruminal no presente trabalho ocorreram no tempo entre 2 à 6 horas após a alimentação, concordando com Gomes (1991) que relatou que o pH do rúmen alcança seu valor mais baixo de 2 à 6 horas após a ingestão do alimento.

Os valores médios de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) do líquido ruminal de bovinos, observados em função das rações testemunha, com ionóforo e probiótico nos tempos de 0 horas antes da alimentação, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação da manhã, podem ser verificados na Figura 8. Não houve diferença (P>0,05) para a concentração de N-NH<sub>3</sub> do líquido ruminal nos tempos observados para as rações testemunha, com ionóforo e probiótico.

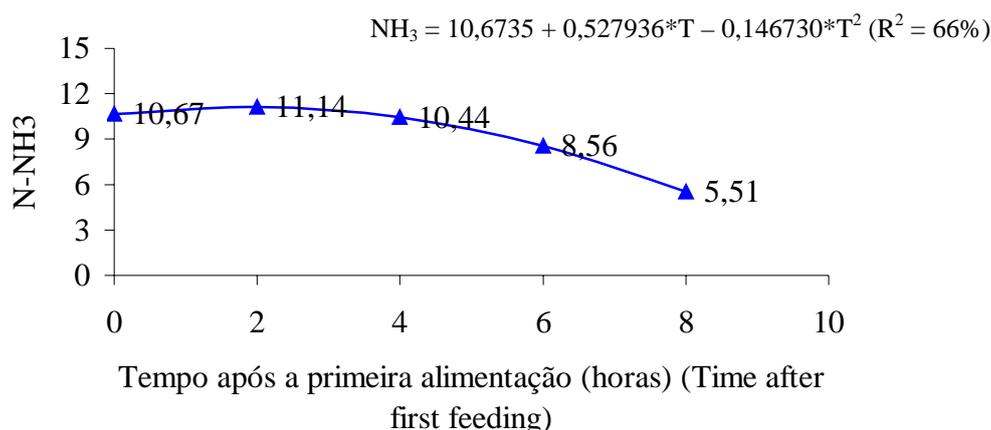


Figura 8 - Concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) mg/ 100 mL do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, em bovinos alimentados com três rações experimentais.

Figure 8 – Ammonia nitrogen concentration (N-NH<sub>3</sub>) mg/100 mL of the ruminal fluid in function of time after the feeding, in cattle fed with three experimental diets.

As concentrações de N-NH<sub>3</sub> do líquido ruminal comportaram-se de forma quadrática em função do tempo após a primeira alimentação, para a ração com 80:20% volumoso:concentrado com a presença ou ausência de aditivo na espécie bovina, tendo como valor máximo de concentração de N-NH<sub>3</sub> de 11,15 mg/ 100 mL às 1,79 horas para os bovinos. Este valor de máximo de N-NH<sub>3</sub> do Ensaio 2 é superior ao encontrado no Ensaio 1 (10,65 mg/ 100 mL às 1,65 horas) quando utilizou-se uma relação de 50:50% volumoso:concentrado.

Amaro et al. (2002), encontraram valor médio de 11,66 mg/100 mL semelhante ao presente estudo para a concentração de nitrogênio amoniacal, quando utilizaram 200 mg de lasalocida sódica, porém não verificaram efeito significativo em função de tempo.

Maeda (2004) observou variação do N-NH<sub>3</sub> em função de tempo após a primeira alimentação, tendo como valor de máximo concentração 13,45 mg/ 100 mL, para rações em diferentes teores de concentrado.

Verificou-se que os resultados obtidos para as concentrações de nitrogênio amoniacal do líquido de rúmen, mantiveram-se acima da concentração observada por Satter & Roffler (1975) que foi de 5 mg N NH<sub>3</sub>/100 mL de líquido ruminal, para que a mesma não limite o crescimento microbiano.

Verifica-se para a ração com ionóforo, o menor valor numérico de 8,78 mg/ 100 mL de concentração de N NH<sub>3</sub>, em relação aos 9,83 e 9,11 das rações com probiótico e testemunha, desta forma apesar de não ter ocorrido diferença ( $P>0,05$ ) para as rações experimentais, evidencia-se maior tendência dos ionóforos em diminuir a produção de amônia ruminal através da inibição de populações de bactérias desaminadoras de aminoácidos. Talvez o efeito da produção de amônia possa ser a explicação do maior efeito dessa substância sobre o desempenho de animais em pastejo e, conseqüentemente, sobre a eficiência de utilização de nitrogênio alimentar (Tabela 5A).

### **Conclusões**

Independente da espécie estudada, verificou-se que a inclusão de ionóforo, resultou em menores valores para a concentração de acetato/propionato, quando comparada com as demais rações.

A fermentação ruminal proveniente das rações experimentais propiciou uma maior concentração de N-NH<sub>3</sub> e pH ruminal para os búfalos em relação aos bovinos, para 50:50 volumoso:concentrados de pH.

No Ensaio 2 , os parâmetros de fermentação ruminal, não foram influenciados pelas rações com ionóforo ou probiótico, em bovinos recebendo 80:20 volumoso:concentrado.

### Referências Bibliográficas

- AMARO, F.R.; LUCCI, C.S.; PEIXOTO JR, K.C. et al. Efeitos dos teores e períodos de adaptação à lasalocida sódica sobre os parâmetros de fermentação ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2299–2306, 2002.
- BARBOSA, N.G.S.; LANA, R.P.; MÂNCIO, A.B. Fermentação da proteína de seis alimentos por microrganismos ruminais, incubados puros ou com monensina ou rumensin<sup>®</sup>. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1316-1324, 2001.
- BERGEN, W.G.; BATES, D.B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1465-1483, 1984.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal**. 1. ed. São Paulo: Campinas, 2002. 430 p.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de Nutrição de Ruminantes**. Piracicaba, SP, Livroceres. 1979. 380p
- DUFF, G.C.; GALYEAN, M.L.; BRANINE, M.E. Effects of lasalocid and monensin plus tylosin on serum metabolic hormones and clinical chemistry profiles of beef steers fed a 90% concentrate diet. **Journal of Animal Science**, v.72, n.4, p.1049–1058, 1995.
- GARCIA, C.C.G.; MENDOZA, M.S.; GONZÁLEZ, P.M. et al. Effect of a yeast cultura (*Saccharomyces cerevisiae*) and monensin on ruminal fermentation and digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.83, p.165–170, 2000.
- GOODRICH, R.D.; GARRETT J.E.; GHAÏT, D. R. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal Animal Science**, v.58, p.1484-1498, 1984.
- GOMES, B.V. **Influência das características químicas e físicas das forragens sobre o consumo, degradação e cinética da digesta ruminal**. Viçosa, MG: UFV, 1991. Tese (Doutorado em Zootecnia).- Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- KNOWLTON, K.F.; ALLEN, M.S.; ERIKSON, P.S. Lasalocid and particle size of corn for dairy cows in early lactation: 2. Effect on ruminal measurements and feeding behavior. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.565-574, 1996.
- LANA, R.P.; RUSSEL, J.B. Efeitos da monensina sobre a fermentação e sensibilidade de bactérias ruminais de bovinos sob dietas ricas em volumosos ou concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.254-260, 2001.
- LANA, R.P.; CUNHA, L.T.; BORGES, A.C. Efeito da monensina na fermentação da proteína de algumas fontes de alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1868–1875, 2000.
- MAEDA, E.M. **Consumo e digestibilidade total e parcial de rações com teores de concentrado em bubalinos e bovinos**. Maringá, PR: UEM, 2004. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá.
- MEDEIROS, S.R.; LANNA, D.P. Uso de aditivos na bovinocultura de corte. In: ANAIS DO SIMPÓSIO GOIANO SOBRE A PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1, Goiânia, GO, 1999. **Anais...** Goiânia, 1999, p.171-190.
- MEHERZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agriculture Science**. v.88, p.645-650, 1977.

- MORRIS, F.E.; BRANINE, M.E.; GALUEN, M.L. et al. Effects of rotating monensina plus tylosin and lasalocid on performance, ruminal fermentation, and site and extent of digestion in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, n.10, p.3069–3078, 1990.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7<sup>a</sup> ed., Washington: National Academy of Press, 2001. 157p.
- NICODEMO, M.L.F. **Uso de aditivos na Dieta de Bovinos de Corte**. 2001, Campo Grande – EMBRAPA Gado de Corte, p.9 - 53, outubro 2001.
- OLIVEIRA, J.S.; LANA, R.P.; BORGES, A.C. et al. Efeito da monensina e extrato de própolis sobre a produção de amônia e degradabilidade *in vitro* da proteína bruta de diferentes fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2., p.504–510, 2004.
- PALMIQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high fat diets. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3152, 1971.
- PASSINI, R.; RODRIGUES, P.H.M.; CASTRO, A.L. et al. Parâmetros de fermentação ruminal em bovinos alimentados com grãos de milho ou sorgo de alta umidade ensilados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1266–1274, 2003.
- PRESTON, T.R.; LENG, R. A. **Ruminant production systems**. Queensland, Austrália, 1987. 245p.
- RODRIGUES, P.H.M. **Efeito da lasalocida sódica e proporção volumoso:concentrados sobre a fermentação e degradabilidade in situ do farelo de soja e do feno de Coast – cross (*Cynodon dactylon*)**. São Paulo. 1996. 135p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, 1996.
- RUSSELL, J.B. Bacteria: mechanisms of ionophore action in ruminal bacteria. In: SYMPOSIUM SCIENTIFIC UP DATE ON RUMENSIN/TYLAN FOR THE PROFESSIONAL FEEDLOT CONSULTANT, 1996, Amarillo, TX, Indianapolis, IN, *Proceedings...* Indianapolis: Elanco Animal Health, 1996, p. E1 – E19.
- RUSSELL, J.B.; CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein systems for a evaluating cattle diets. 1. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551–3561, 1992.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. The effects of ionophores on rumen fermentation . **Applicated Environment Microbiology**, v.55, p.1–6, 1989.
- SALLES, M.S.V.; LUCCI, C.S. Monensina para bezerros ruminantes em crescimento acelerado. 2. Digestibilidade e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.582–588, 2000.
- SATTER, L.D.; ROFFLER, R.E. Relationship between ruminal ammonia and nonprotein nitrogen utilization by ruminants. I. development of a model for predicting nonprotein nitrogen utilization by cattle. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.12, p.1880-1888, 1975.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **Britanic of Journal Nutrition**, v.32, n.2, p.199-205. 1974.

- SIVKOVA, K.; TRUFCHEV, H.; VARLIAKOV, I. Comparative studies on fermentation processes in the rumen and blood content of calves and buffalo calves I. Effect on diet, containing alfafa haylage. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 5. 1997, Italia. **Proceedings...Italia: 5<sup>th</sup> World Buffalo Congress, 1997**.p.312-316.
- SOUZA, N.H.; FRANZOLIN, R.; RODRIGUES, P.H.M. et al. Efeitos de teores crescentes de fibra em detergente neutro na dieta sobre a digestão ruminal em bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1565-1577, 2000.
- WESSELS, R.B.; TITGEMEYER, E. C.; ARMENDARIZ, C. K. et al. Lasalocid effects on ruminal degradation of protein and postruminal supply of amino acids in Holstein steers. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1802–1808, 1996.
- THORNTON, J.H.; OWENS, F.N. Monensin supplementation and *in vivo* methane production by steers. **Journal of Animal Science**, v.52, n.3, p.628–634, 1981.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Sistema de análise estatística e genética**. versão 8.0. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- VAN NEVEL, C. J. Modification of rumen fermentation by the use os additives. In: Rumen. **Microbial metabolism and ruminant digestion**. Paris: INRA, p.263–280, 1991.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Landom: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Teores de proteína em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1252–1258, 1997.
- VIEIRA, H.W. **Digestão parcial e total da proteína em diferentes grupos genéticos de bovídeos**. Viçosa, MG: UFV,1984. 250p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidades Federal de Viçosa. 1984.
- ZANETTI, M.A.; NOGUEIRA FILHO, J.C.; OLIVEIRA, M.E.M. et al. Teores de amônia ruminal em bovinos da raça Nelore e em búfalos da raça Mediterrâneo. In: ANAIS DA XXXII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Brasília, DF, 1995. **Anais...** Brasília, 1995, p.351-352.

## VII - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados permitem indicar a utilização de ionóforo e probiótico para bubalinos e bovinos, com a expectativa de provocar alterações significativas na digestibilidade total e parcial de nutrientes, inclusive, nos parâmetros de fermentação ruminal.

Neste estudo, existem grandes evidências de que o uso de ionóforo possa favorecer o melhor aproveitamento da proteína bruta, independente da relação volumoso:concentrado e espécie animal. Entretanto, indica-se que o ionóforo possa ter maior benefício no desempenho de bubalinos e bovinos em pastagens.

Também, é possível afirmar que, o uso de probiótico associado à rações com maiores quantidades de concentrado ou volumoso, propicia aumento da digestibilidade de fração fibrosa para bubalinos e bovinos.

A menor digestibilidade ruminal e intestinal do amido observado para bubalinos implica que estes animais necessitam de maiores estudos, seja relacionado a um período maior de adaptação à ração mais concentrada, ou, em relação a efeitos fisiológicos nutricionais (amilase).

## APÊNDICE A

Tabela 1A – Concentração total de ácidos graxos voláteis (AGVs) no rúmen, porcentagens molares dos ácidos acético (C2), propiônico (C3), iso-butírico (IC4), butírico (C4), iso-valérico (IC5), valérico (C5) e relação acetato/propionato (C2/C3), em bubalinos alimentados com rações com ou sem aditivos.

Table 1A – Total volatile fatty acids (VFA) concentration in the rumen, acetate (C2), propionate (C3), iso – butyrate (IC4), butyrate (C4), iso – valerate (IC5) and valerate acids (C5) molar percentage, acetate/propionate ratio (C2/C3), in buffaloes fed with diets containing or not additives.

% de AGVs – Bubalinos (% VFA – bubaline)								
Hora	AGVs	Testemunha (control)						
		C2	C3	IC4	C4	IC5	C5	C2/C3
0	82,88	55,49	16,47	0,59	8,21	1,51	0,61	3,39
2	91,42	61,34	17,25	0,78	9,21	1,73	1,12	3,59
4	94,60	63,49	16,98	0,70	10,03	2,10	1,30	3,86
6	85,40	57,71	15,15	0,55	9,29	1,76	0,93	4,00
8	75,68	52,22	14,76	0,43	6,29	1,43	0,64	3,70
Ionóforo (ionophore)								
0	85,39	55,64	19,40	0,37	7,54	1,68	0,76	3,05
2	102,96	67,25	21,91	0,74	9,86	1,98	1,22	3,26
4	113,76	75,74	22,76	0,82	10,88	2,19	1,38	3,52
6	94,13	60,73	19,23	0,82	10,03	2,36	0,96	3,31
8	74,49	47,03	16,03	0,50	8,23	1,95	0,75	3,04
Probiótico (Probiotic)								
0	71,77	47,60	15,38	0,43	6,55	1,07	0,73	3,18
2	88,15	60,16	17,20	0,51	7,94	1,55	0,79	3,56
4	110,40	75,16	20,40	0,83	10,30	1,95	1,17	3,80
6	86,48	58,21	15,40	0,67	9,56	1,65	0,95	3,83
8	60,58	39,80	12,00	0,46	6,4	1,31	0,57	3,34

Tabela 2A – Concentração total de ácidos graxos voláteis (AGVs) no rúmen, porcentagens molares dos ácidos acético (C2), propiônico (C3), iso-butírico (IC4), butírico (C4), iso-valérico (IC5), valérico (C5) e relação acetato/propionato (C2/C3), em bovinos alimentados com rações com ou sem aditivos.

Table 2A – Total volatile fatty acids (VFA) concentration in the rumen, acetate (C2), propionate (C3), iso – butyrate (IC4), butyrate (C4), iso – valerate (IC5) and valerate acids (C5) molar percentage, acetate/propionate ratio (C2/C3), in bovine fed with diets containing or not additives.

% de AGVs – Bovinos (% VFA – bovine)								
Hora	Testemunha (control)							
	AGVs	C2	C3	IC4	C4	IC5	C5	C2/C3
0	80,06	53,87	14,76	0,58	8,65	1,47	0,73	3,70
2	99,49	66,76	17,37	0,92	11,15	2,14	1,14	3,90
4	107,83	69,89	17,49	1,17	14,97	2,81	1,50	4,01
6	101,50	68,26	16,73	1,00	12,58	1,91	1,02	4,10
8	86,23	58,40	15,28	0,66	9,79	1,35	0,75	3,83
Ionóforo (ionophore)								
0	91,99	58,33	22,17	0,47	8,42	1,68	0,93	2,64
2	100,50	63,91	23,58	0,68	9,53	1,80	0,98	2,71
4	109,06	67,48	27,32	0,95	9,82	2,33	1,16	2,47
6	99,02	60,34	25,44	0,76	9,27	2,10	1,12	2,37
8	94,10	56,39	25,55	0,59	8,79	1,83	0,95	2,22
Probiótico (probiotic)								
0	86,38	58,70	16,80	0,46	8,72	1,10	0,59	3,52
2	98,13	66,45	18,48	0,71	9,77	1,75	0,96	3,62
4	113,78	74,96	22,74	0,81	11,88	1,98	1,40	3,41
6	102,90	66,42	21,67	0,71	10,95	1,96	1,18	3,20
8	94,29	61,55	20,48	0,59	8,97	1,71	0,98	3,13

Tabela 3A – Porcentagens do pH ruminal e concentração de N-amoniaco (mg/ 100 mL), em bubalinos e bovinos alimentados com rações com ou sem aditivos.

Table 3A - Ruminal pH percentage and ammoniacal nitrogen concentration (mg/ 100 mL), in bubaline and bovine fed with diets containing or not additives.

		<b>Rações Experimentais (Diets Experimentals)</b>					
Variáveis Variable		<b>Bubalinos (bubaline)</b>			<b>Bovinos (bovine)</b>		
	<b>Hora</b>	<b>Testemunha</b> <i>Control</i>	<b>Ionóforo</b> <i>ionophore</i>	<b>Probiótico</b> <i>probiotic</i>	<b>Testemunha</b> <i>Control</i>	<b>Ionóforo</b> <i>ionophore</i>	<b>Probiótico</b> <i>probiotic</i>
<b>pH</b>	0	6,93	6,94	6,94	6,70	6,66	6,50
	2	6,50	6,62	6,66	6,40	6,30	6,23
	4	6,55	6,70	6,71	6,25	6,31	6,16
	6	6,58	6,72	6,78	6,29	6,33	6,39
	8	6,83	6,76	6,87	6,44	6,41	6,59
<b>N-NH<sub>3</sub></b>	0	11,37	10,89	11,09	9,69	8,96	8,74
	2	16,63	14,22	14,90	14,69	12,33	15,15
	4	11,20	9,30	10,14	8,68	8,62	8,79
	6	9,13	7,67	8,40	7,11	6,89	6,83
	8	6,66	7,00	7,62	5,82	5,88	5,71

Tabela 4A – Concentração total de ácidos graxos voláteis (AGVs) no rúmen, porcentagens molares dos ácidos acético (C2), propiônico (C3), iso-butírico (IC4), butírico (C4), iso-valérico (IC5), valérico (C5) e relação acetato/propionato (C2/C3), em bovinos alimentados com rações com ou sem aditivos. (Ensaio 2)

Table 4A – Total volatile fatty acids (VFA) concentration in the rumen, of acetate (C2), propionate (C3), iso – butyrate (IC4), butyrate (C4), iso – valerate (IC5) and valerate acids (C5) molar percentage and, acetate/propionate ratio (C2/C3), in bovine fed diets with containing or not additives.

% de AGVs – Bovinos (% VFA – Bovine)								
Hora	Testemunha (control)							
	AGVs	C2	C3	IC4	C4	IC5	C5	C2/C3
0	72,81	53,66	10,02	0,64	6,97	1,08	0,44	5,39
2	84,49	59,38	12,75	0,83	9,48	1,39	0,68	4,69
4	89,11	60,46	15,29	0,81	10,33	1,38	0,84	4,00
6	82,65	57,48	12,98	0,73	9,21	1,30	0,94	4,51
8	73,52	51,12	11,39	0,68	8,29	1,21	0,83	4,48
Ionóforo (ionophore)								
0	79,33	52,37	16,86	0,71	7,66	1,20	0,54	3,10
2	90,42	60,89	18,27	0,76	8,52	1,34	0,64	3,33
4	98,49	66,58	20,10	0,83	8,83	1,44	0,72	3,32
6	87,27	57,24	17,81	0,90	9,69	1,26	0,77	3,22
8	76,09	49,36	16,20	0,80	7,85	1,24	0,65	3,05
Probiótico (probiotic)								
0	80,56	55,96	14,78	0,37	7,86	1,01	0,58	3,80
2	92,25	64,70	16,17	0,65	8,61	1,47	0,68	4,02
4	100,89	70,36	17,82	0,79	9,47	1,52	0,94	3,96
6	87,44	60,23	14,76	0,78	9,43	1,48	0,76	4,08
8	75,08	52,13	12,51	0,66	7,85	1,24	0,68	4,17

Tabela 5A – Porcentagens do pH ruminal e concentração de N-amoniaco (mg/ 100 mL), em bovinos alimentados com rações com ou sem aditivos.

Table 5A – Percentage ruminal pH and ammoniacal nitrogen concentration (mg/ 100 mL), in bovine fed with diets containing or not additives.

Variáveis <i>Variable</i>	Bovinos <i>Bovine</i>			
	Hora	Testemunha <i>Control</i>	Ionóforo <i>Ionophore</i>	Probiótico <i>Probiotic</i>
pH	0	6,83	6,69	6,73
	2	6,60	6,51	6,64
	4	6,56	6,41	6,51
	6	6,69	6,53	6,54
	8	6,72	6,60	6,61
N-NH <sub>3</sub>	0	9,50	8,12	11,19
	2	13,13	12,58	14,67
	4	9,50	9,50	9,45
	6	7,41	7,31	7,36
	8	5,88	6,39	6,50

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)