Coeficiente de digestibilidade e características ruminais de bovinos alimentados com rações contendo resíduo de cervejaria fermentado

Luiz Juliano Valério Geron^{1*}, Lucia Maria Zeoula², Jacco Arnold Erkel³, Ivanor Nunes do Prado², Roberto Cornelis Jonker³, Katia Cyrene Guimarães¹

¹ Programa de Pós-graduação em Zootecnia - Universidade Estadual de Maringá.

² PPZ - Universidade Estadual de Maringá - PR. Av: Colombo, 5790, CEP: 87020-900. Bolsista do CNPq.

³ Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - PR. Bolsista do CNPq.

RESUMO - Avaliaram-se os coeficientes de digestibilidade (CD) parcial e total dos nutrientes, o pH, a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal e a eficiência de síntese microbiana em bovinos alimentados com rações contendo 0; 8; 16 e 24% de resíduo de cervejaria fermentado (RCF). O resíduo de cervejaria foi conservado em silo de superfície (5.000 kg). Foram utilizados quatro bovinos da raça Holandesa com peso corporal de 480 ± 100 kg, portadores de cânula ruminal e duodenal, distribuídos em delineamento quadrado latino 4 × 4. O consumo médio de MS pelos animais foi de 1,7% do peso corporal (PC). Os coeficientes de digestibilidades total e ruminal dos nutrientes não diferiram entre os níveis de RCF utilizados nas rações. Os níveis de RCF nas rações tiveram efeito linear crescente sobre o coeficiente de digestibilidade intestinal de matéria seca e carboidratos totais, calculado em porcentagem do que chegou ao compartimento. Não houve efeito dos níveis de RCF nas rações sobre o pH e a concentração de N-NH₃ do líquido ruminal. Os níveis de RCF nas rações não influenciaram a eficiência de síntese microbiana em g N-Mic/kg de matéria orgânica aparentemente degradável no rúmen (MOADR) e da matéria orgânica verdadeiramente degradável no rúmen (MOVDR). A inclusão de até 24% do RCF na MS em rações para bovinos não altera os processos de fermentação ruminal e digestão dos nutrientes.

Palavras-chave: nitrogênio amoniacal, pH ruminal, óxido crômico, síntese microbiana

Digestibility coefficient and ruminal characteristics of cattle fed ration containing brewer grains

ABSTRACT - The objective of the present study was to evaluate the partial and total digestibility coefficient (DC) of the nutrients, ruminal pH, ammonia nitrogen (N-NH₃) concentration in the ruminal fluid and microbial efficiency synthesis in bovines fed rations containing 0, 8, 16 and 24% of brewers grains. The brewer grains were ensiled in surface silo (5,000 kg). Four Holstein cattle (480 ± 100 kg of body weight) fitted with ruminal and duodenal cannulas, were distributed to 4 × 4 Latin square design. The mean DM intake of animals was 1.7% BW. Total and ruminal DC of the nutrients did not differ among the levels of BG used in the rations. The levels of BG in the rations showed a linearly increased on the intestinal DC dry matter and TC, as % of that reached the compartment. There was no effect of levels of BG in rations on pH and N-NH₃ concentration in the ruminal fluid. The levels of RCF in diets did not affect the microbial efficiency synthesis in g N-Mic/kg of rumen apparent degradable organic matter and rumen truly degradable organic matter. The inclusion of up to 24% of BG (%DM) cattle feed does not alter the processes of rumen fermentation and digestion of nutrients.

Key Words: ammonia nitrogen, chromium oxide, microbial synthesis, ruminal pH

Introdução

A utilização de subprodutos da agroindústria é uma alternativa utilizada para diminuir os custos de produção sem comprometer a produção animal (Geron et al., 2006). A produção de grãos de cevada em 2005 no Brasil foi de 3,2 milhões de toneladas (GCEA/IBGE, 2006) e, considerando

que são utilizados outros cereais (milho e arroz) na confecção do mosto da cerveja, estima-se que o processo de fabricação de cerveja no Brasil em 2005 gerou de 2 a 3 milhões de toneladas do resíduo úmido de cervejaria (Geron et al., 2007).

O resíduo úmido de cervejaria é um subproduto obtido pelo processo de fabricação de cerveja, o que

envolve a obtenção do malte, ou seja, os grãos de cevada são imersos em água morna, que, em seguida, é retirada para que ocorra a germinação dos grãos e a hidrólise do amido em dextrina e maltose, que são posteriormente extraídos. Sequencialmente, os grãos são desidratados por aquecimento (50 a 80°C), interrompendo a atividade enzimática, e o amido é separado em malte, gérmen e raiz de malte. Neste ponto, o grão maltado é prensado e embebido em água para formar o mosto de cerveja. A parte sólida é separada e constitui o resíduo de cervejaria úmido – RUC (Geron et al., 2007).

O uso de até 15% de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de bovinos não altera o consumo de MS e a condição de fermentação ruminal (Lima, 1993), porém, a utilização na forma *in natura* (resíduo úmido de cervejaria) é dificultada pela sua conservação nas propriedades (Johnson et al., 1987). O resíduo úmido de cervejaria na forma desidratada (RCD) foi estudado por Rogers et al. (1986) e Bovolenta et al. (1998), que relataram que esse alimento possui alto teor de proteína não degradável no rúmen (PNDR).

Rogers et al. (1986) trabalharam com novilhos alimentados com resíduo úmido de cervejaria em comparação aos alimentados com RCD e observaram maior digestibilidade e retenção de nitrogênio (N) para os novilhos alimentados com resíduo úmido de cervejaria e sugeriram este efeito estava associado à maior disponibilidade do nitrogênio do resíduo úmido de cervejaria. Entretanto, Bovolenta et al. (1998) observaram efeito linear crescente do coeficiente de digestibilidade (CD) total da MS, MO, PB, EE e FDN em cordeiros com o aumento dos teores do RCD nas rações, porém com redução no consumo de MS.

O resíduo úmido de cervejaria conservado pelo processo de fermentação anaeróbia possui alto teor protéico, de 30% de PB (Johnson et al., 1987), e pode ser uma alternativa para a elaboração de rações para ruminantes. Entretanto, segundo Cabral Filho et al. (2007), a adição de RCF em dietas exclusivas de gramíneas para ovinos limita o consumo voluntário de MS quando o RCF é fornecido em quantidade superior a 33% da MS da dieta.

As diminuições na digestibilidade dos nutrientes são, geralmente, resultantes da competição entre digestão e passagem (Van Soest, 1994). Portanto, suplementos que agem sobre o consumo e a passagem da dieta podem influenciar a digestibilidade.

A concentração de amônia no rúmen é função de sua produção e remoção. A produção diária de proteína microbiana pode ser obtida como produto da eficiência microbiana, que usualmente é definida como g de nitrogênio

microbiano sintetizado por kg de matéria orgânica (MO) fermentada no rúmen. Segundo Hoover & Stokes (1991), o crescimento microbiano no rúmen é influenciado pela interação de fatores químicos, fisiológicos e nutricionais. O pH é um fator químico que influencia o crescimento microbiano e pode ser afetado pela dieta e por outros fatores correlacionados, como o nível de consumo, a proporção volumoso:concentrado e o manejo alimentar (Tibo et al., 2000).

Considerando que são escassas as informações sobre o uso do resíduo de cervejaria fermentado na alimentação de ruminantes e seu efeito no processo fermentativo, objetivou-se avaliar neste estudo os efeitos da inclusão deste resíduo (0, 8, 16 e 24% na MS) na ração sobre os coeficientes de digestibilidade parcial e total dos nutrientes, o pH ruminal, a concentração de N-NH₃ do líquido ruminal e a eficiência de síntese microbiana em bovinos.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura de Corte e as análises químicas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Paraná.

Foram utilizados quatro bovinos da raça Holandesa, machos castrados, com peso corporal de 480 ± 100 kg submetidos à intervenção cirúrgica para implantação de cânulas no rúmen e duodeno (tipo T). Os animais foram mantidos em baias individuais cobertas, com comedouro e bebedouro e laterais fechadas para evitar acidentes.

O resíduo úmido de cervejaria (RUC) foi obtido de uma indústria de cerveja. O resíduo úmido de cervejaria foi primeiramente ensilado em silo tipo trincheira com paredes de alvenaria e capacidade de 45.000 kg (Carambei - PR). Após 90 dias, o resíduo de cervejaria fermentado (RCF) foi transportado para a Fazenda Experimental de Iguatemi, para condução do ensaio de digestibilidade, e reensilado em silo de superfície (5.000 kg) para posterior utilização.

Foram formuladas quatro rações experimentais (Tabelas 1 e 2) com diversos níveis de resíduo de cervejaria fermentado (0; 8; 16 ou 24% na MS) para conterem 70% de NDT e 12% de PB (NRC, 2001). A relação volumoso:concentrado utilizada foi de 70:30. O volumoso foi composto de silagem de milho e resíduo de cervejaria fermentado (com 27,50% de MS na matéria natural considerado como parte do volumoso da ração total) e o concentrado, de milho, farinha de varredura de mandioca, farelo de soja e minerais.

Tabela 1 - Composição química dos alimentos (expresso em %MS)

Variável	Alimento							
	SMI ¹	SMI ²	SMI ³	SMI ⁴	RCF	FSO	FVM	MIL
Matéria seca %	28,68	28,73	33,31	36,39	27,50	88,09	88,33	88,25
Matéria orgânica %	95,04	94,80	95,05	95,39	96,16	93,46	98,15	98,39
Proteína bruta %	5,90	6,29	7,02	6,99	29,92	50,21	2,35	9,01
Proteína degradável no rúmen % da PB	70,83	70,83	70,83	70,83	37,55	65,45	59,23	48,33
Extrato etéreo %	1,78	1,81	1,48	2,66	5,39	2,34	0,28	4,81
Carboidratos totais % ¹	87,36	86,69	86,55	87,01	60,85	40,92	95,52	84,57
Carboidratos não-estruturais % ¹	27,71	28,75	31,76	30,07	15,32	30,84	90,07	68,79
Carboidratos não-fibrosos % ¹	30,83	32,85	35,00	33,88	17,64	36,90	91,75	69,92
Fibra em detergente neutro %	62,67	60,89	58,24	57,92	58,52	13,92	6,03	17,59
Fibra em detergente ácido %	29,47	30,18	31,53	27,30	23,66	8,68	2,51	4,73
Lignina %	6,25	6,34	6,19	4,38	7,68	3,05	1,41	2,11
NIDA % do NT	13,63	14,80	13,26	14,36	13,55	3,62	4,38	9,91
NIDN % do NT	19,93	20,34	24,80	20,23	38,35	6,72	17,24	14,88
Nitrogênio digestível total* %	62,53	62,11	61,19	66,89	75,28	81,00	80,87	82,44
Cálcio %	0,31	0,30	0,26	0,35	0,53	0,76	0,10	0,08
Fósforo %	0,27	0,28	0,27	0,30	0,85	0,46	0,22	0,57

NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido; NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NT: nitrogênio total; NDT: nutrientes digestíveis totais. * NDT estimado segundo Kears (1982). SMI^{1, 2, 3 e 4} silagem de milho dos períodos 1, 2, 3 e 4, respectivamente; RCF: resíduo de cervejaria fermentado; FSO: farelo de soja; FVM: farinha de varredura de mandioca; e MIL: milho moído.

As rações foram fornecidas aos animais duas vezes ao dia, em duas porções iguais, às 8 h e às 16 h, misturando-se concentrado e o volumoso no cocho. O experimento teve duração de 84 dias, divididos em quatro períodos experimentais de 21 dias (14 de adaptação dos animais e sete de coleta). Os animais foram pesados no final de cada período de adaptação e de coleta para calcular o peso metabólico de cada animal/período.

Durante o período de coleta de cada período experimental, foram amostrados 200 mL de digesta duodenal, em intervalos de 24 horas entre dias e com um acréscimo de 4 horas entre dias consecutivos, totalizando seis amostras por animal.

As amostras de fezes (100 g) foram retiradas diretamente do reto, duas vezes ao dia, 8 e 16 h, totalizando 12 amostras por animal. As amostras de fezes e de digesta duodenal foram armazenadas em sacos plásticos devidamente etiquetados e congeladas a -20°C.

Após o período de coleta, as amostras de alimentos, fezes e digesta duodenal foram secas em estufa a 55°C por 72 horas e processadas em moinho de faca utilizando-se peneira de crivos de 1 mm. Em seguida, foram misturadas em quantidades iguais, com base no peso seco, para formar amostras compostas de fezes e digesta duodenal/animal/período/ração experimental (0, 8, 16 e 24% do RCF).

No primeiro dia de cada período de coleta, o líquido ruminal (70 mL) foi amostrado, via cânula ruminal, nos tempos 0 hora (que antecede a primeira alimentação) e 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação da manhã. O pH foi mensurado

imediatamente depois de cada coleta. Aproximadamente 50 mL do líquido ruminal foram acidificados com 1 mL de ácido sulfúrico 1:1 para determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃).

A determinação dos fluxos diários de matéria seca (MS) nas fezes e na digesta duodenal foi feita utilizando-se o óxido crômico (Cr₂O₃) como indicador externo. Foram fornecidas duas doses intra-ruminais diariamente (8 e 16 h) de 5 g de óxido crômico, previamente pesadas e acondicionadas em papel higroscópico, totalizando 10 g de Cr₂O₃/animal/dia.

Para determinação do fluxo duodenal de proteína microbiana, foram utilizadas as bases purinas, quantificadas conforme técnica descrita por Ushida et al. (1985). A eficiência de síntese microbiana foi determinada de acordo com as recomendações de Cecava et al. (1990).

As determinações de MS, MO, PB, EE e EB das amostras de fezes, digesta duodenal, sobras e alimentos foram realizadas de acordo com as metodologias citadas por Silva & Queiroz (2002). A determinação da FDN e da FDA foi realizada de acordo com Van Soest et al. (1991) e, no resíduo obtido, foi determinado o teor de nitrogênio (Kjeldahl) para obtenção do nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA).

Os coeficientes de digestibilidade total e parcial da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN) e

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

Alimento	Resíduo de cervejaria fermentado nas rações experimentais (%)			
	0	8	16	24
Composição percentual das rações experimentais				
Silagem de milho (%)	70,0	62,0	54,0	46,0
Resíduo de cervejaria fermentado (%)	0,0	8,0	16,0	24,0
Farelo de soja (%)	11,5	7,5	3,0	0,0
Farinha de varredura de mandioca (%)	0,0	2,0	4,0	8,0
Milho moído (%)	17,5	19,5	22,0	21,0
Minerais (%)	1,0	1,0	1,0	1,0
Composição química das rações experimentais				
Matéria seca (%)	48,72	48,39	48,06	47,72
Matéria orgânica (%)	94,83	95,08	95,36	95,56
Proteína bruta (%)	11,94	12,02	11,91	12,27
Proteína degradável no rúmen (% PB)	65,57	62,44	59,48	56,48
Extrato etéreo (%)	2,46	2,75	3,05	3,22
Carboidrato totais (%)	80,34	80,22	80,32	79,98
Carboidratos não-fibrosos (%)	39,68	40,19	40,88	41,50
Fibra em detergente neutro (%)	46,62	46,63	46,25	45,79
Fibra em detergente ácido (%)	22,56	21,88	21,18	20,50
NIDA (% N total)	8,44	10,03	11,75	12,96
NIDN (% N total)	13,41	19,19	25,22	30,23
NDT (%) ¹	68,00	69,00	69,97	70,91

RCF: resíduo de cervejaria fermentado; ¹NDT: nutrientes digestíveis totais, estimado segundo Kearn (1982); NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido; NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro.

fibra em detergente ácido (FDA) foram calculados de acordo com as fórmulas descritas por Silva & Leão (1979).

A determinação dos carboidratos totais (CT) foi obtida pela equação: $CT = MO - [EE + PB]$. Os carboidratos não-estruturais (CNE) foram obtidos pela fórmula descrita por Sniffen et al. (1992). Para determinação dos carboidratos não-fibrosos (CNF), utilizou-se a equação descrita por Weiss (1999).

As concentrações de óxido de cromo nas amostras de digesta duodenal e fezes foram determinadas por meio de espectrofotômetro de absorção atômica, após digestão nitro-perclórica. A dosagem de amônia nas amostras de líquido ruminal foi realizada pela técnica de Ferner (1965), modificada por Vieira (1984). A determinação da EB foi feita por meio de bomba calorimétrica (Parr).

O valor de energia digestível (ED) foi obtido a partir do coeficiente de digestibilidade da energia bruta (Silva & Leão, 1979) e o NDT dos alimentos, pelas equações descritas por Kearn (1982) para alimentos com as seguintes características: volumosos ou silagens, energéticos e protéicos. O valor de NDT das rações foi estimado pela equação de Sniffen et al. (1992).

Utilizou-se um delineamento experimental quadrado latino 4 × 4 (quatro rações e quatro níveis de resíduo de cervejaria fermentado) para comparação dos locais de digestão dos nutrientes. As variáveis estudadas foram analisadas por meio de análise de variância utilizando-se o programa SAEG

(UFV, 1997). As diferenças observadas para os níveis de resíduo de cervejaria fermentado nas rações foram determinadas por análise de regressão considerando 5% de significância.

O modelo estatístico utilizado foi:

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

em que Y_{ijk} = observação do efeito do nível k de RCF no período j, no animal i; μ = constante geral da variável; A_i = efeito do animal i; i = 4 animais; P_j = efeito de período j; j = 4 períodos; T_k = efeito do nível k de RCF (0, 8, 16 ou 24% do RCF); e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Para os valores de pH e $N-NH_3$ observados no líquido ruminal, procedeu-se à subdivisão das parcelas experimentais nos tempos de amostragem.

Resultados e Discussão

Os níveis de resíduo de cervejaria fermentado nas rações de bovinos não influenciaram ($P > 0,05$) o consumo de MS e demais nutrientes (Tabela 3). Todavia, a inclusão de 24% de RCF reduziu a ingestão em 15% ($g/kg^{0,75}$) em relação à ração com 0% de RCF, diferença que pode estar relacionada ao maior teor de farinha de varredura de mandioca em relação ao farelo de soja nesta ração. Do mesmo modo, reduções percentuais no consumo de MS foram observadas por Cardoso et al. (1982), Johnson et al. (1987), West et al. (1994) e Chiou et al. (1998) ao fornecerem resíduo úmido de cervejaria a vacas lactantes.

Tabela 3 - Consumo de nutrientes das rações com resíduo de cervejaria fermentado (RCF)

Nutriente	Resíduo de cervejaria fermentado nas rações (%)				Regressão ^{NS}	CV (%)
	0	8	16	24		
Matéria seca						
g/kg ^{0,75}	79,4	77,2	78,3	67,1	Y = 75,5	11,5
% peso corporal	1,7	1,7	1,7	1,5	Y = 1,7	11,7
g/dia	8.312,8	8.027,5	8.172,4	6.915,1	Y = 7.856,9	11, 9
Matéria orgânica						
g/kg ^{0,75}	77,2	76,0	76,2	66,0	Y = 73,9	9,8
% peso corporal	1,7	1,6	1,6	1,4	Y = 1,6	9,7
g/dia	8.101,3	7.922,2	7.966,1	6.798,3	Y = 7.696,9	6,00
Proteína bruta						
g/kg ^{0,75}	9,0	8,6	7,9	6,6	Y = 8,0	13,1
% peso corporal	0,2	0,2	0,2	0,1	Y = 0,2	13,2
g/dia	940,5	894,8	820,5	677,0	Y = 833,2	14,0
Extrato etéreo						
g/kg ^{0,75}	1,9	2,1	2,2	1,7	Y = 2,0	20,9
% peso corporal	0,04	0,04	0,05	0,04	Y = 0,04	21,0
g/dia	201,3	213,4	230,1	173,7	Y = 206,9	21,4
Carboidratos totais						
g/kg ^{0,75}	66,3	65,3	66,0	57,5	Y = 63,8	9,1
% Peso corporal	1,4	1,4	1,4	1,2	Y = 1,4	9,0
g/dia	6.951,3	6.805,4	6.907,0	5.939,7	Y = 6.650,9	10,3
Carboidratos não-fibrosos						
g/kg ^{0,75}	28,6	29,7	29,0	25,9	Y = 28,3	11,1
% peso corporal	0,6	0,6	0,6	0,6	Y = 0,6	10,9
g/dia	2.994,7	3.115,4	3.062,4	2.685,8	Y = 2.964,6	11,5
Fibra em detergente neutro						
g/kg ^{0,75}	37,7	35,8	37,1	31,6	Y = 30,6	12,5
% Peso corporal	0,8	0,8	0,8	0,7	Y = 0,8	12,8
g/dia	3.956,6	3.714,0	3.844,7	3.253,8	Y = 3.692,3	12,4
Fibra em detergente ácido						
g/kg ^{0,75}	17,7	16,8	16,5	13,4	Y = 16,1	17,5
% peso corporal	0,4	0,4	0,4	0,3	Y = 0,4	17,8
g/dia	1.829,3	1.712,5	1.716,7	1.384,5	Y = 1.660,8	17,5

Gamas/quilograma metabólico (g/kg^{0,75}); CV: coeficiente de variação, NS: não-significativo.

As alterações significativas no consumo das rações com a adição de resíduo úmido de cervejaria ou RCF, como observado na literatura, foram relacionadas ao teor de água e ao conteúdo de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN). West et al. (1994) sugeriram que a diminuição de 4,4% no consumo de MS de vacas lactantes poderia estar relacionada ao menor teor de MS (35,5% de MS) da ração com 30% de resíduo úmido de cervejaria em relação à ração com 0% deste alimento (54,6% de MS).

Johnson et al. (1987) avaliaram o período de estocagem e a utilização do resíduo úmido de cervejaria e RCF em rações para vacas lactantes e sugeriram que a diminuição de 11,2% no consumo de MS de rações com RCF esteve relacionada ao maior valor de NIDN e à menor concentração do nitrogênio solúvel em água em relação ao resíduo úmido de cervejaria, o que afetou o desenvolvimento das bactérias ruminais.

A redução de 15% no consumo de MS expressa em g/kg^{0,75} observada para a ração com 24% do RCF em relação à ração com 0% pode ser explicada em parte pela aceitabilidade das rações e pela variação na fração do nitrogênio ligada à

parede celular, pois somente esta fração foi alterada na composição química das rações (Tabela 2). O teor de NIDN variou de 13,41 a 30,23% (% N total) e do NIDA variou de 8,44 a 12,96% (% N total), quando a inclusão do RCF aumentou de 0 para 24%.

A inclusão de resíduo de cervejaria fermentado de 0, 8, 16 e 24% nas rações não alterou ($P>0,05$) o coeficiente de digestibilidade total dos nutrientes (Tabelas 3 e 4). Entretanto, verificaram-se reduções numéricas no CDT dos nutrientes, que variaram em média de 4 a 7,5% para a ração com 0% em relação àquela com 24% de RCF. Essas diferenças na digestibilidade podem ser atribuídas aos maiores teores de milho e de farinha de varredura de mandioca (alimentos de alta digestibilidade) e ao teor crescente de EE das rações com maior nível de resíduo de cervejaria fermentado. A redução de 15% no consumo de MS pode também ter contribuído para esses resultados.

Bovolenta et al. (1998) avaliaram o fornecimento de resíduo de cervejaria desidratado em cordeiros em crescimento e observaram diferença linear crescente no coeficiente de digestibilidade total (CDT) da MS, MO, PB, EE e FDN. Os

autores sugeriram que esta diferença deve-se ao menor consumo destes nutrientes com a inclusão do subproduto na dieta.

Cabral Filho et al. (2007) avaliaram a inclusão de 0, 33 e 67% de RCF em rações contendo feno de capim-tifton para ovinos e não observaram efeito ($P>0,05$) sobre os coeficientes de digestibilidade total da MS e da FDN, porém, aumentou o coeficiente de digestibilidade total da PB, fato atribuído ao maior valor energético e protéico do resíduo de cervejaria fermentado em relação ao feno.

Rogers et al. (1986) avaliaram a fermentação ruminal e a utilização do nitrogênio em novilhos alimentados com 22 e 40% de resíduo úmido de cervejaria e resíduo de cervejaria desidratado (RCD) e observaram aumento no CDT do

nitrogênio para as rações com resíduo úmido de cervejaria em relação à ração com RCD. Os autores concluíram que a melhor digestão e retenção do nitrogênio dos animais alimentados com resíduo úmido de cervejaria estaria associada à disponibilidade do nitrogênio contido na parede celular do resíduo úmido de cervejaria em relação ao RCD.

Neste trabalho, a substituição da PB do farelo de soja (FSO) pela PB do resíduo de cervejaria fermentado não teve efeito ($P>0,05$) sobre o coeficiente de digestibilidade total da PB. Ressalta-se que essas fontes protéicas apresentaram comportamento diferente no trato digestório, uma vez que a PB do resíduo de cervejaria fermentado é de baixa degradabilidade ruminal em relação à do farelo de soja. Segundo Geron et al. (2007), a quantidade de proteína não-

Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade total, ruminal e intestinal dos nutrientes da ração

Nutriente	Resíduo de cervejaria fermentado nas rações (%)				Regressão	CV (%)
	0	8	16	24		
Coeficiente de digestibilidade total						
Matéria seca	62,0	63,2	64,4	65,5	Y = 63,8 ^{NS}	3,9
Matéria orgânica	67,9	68,3	69,1	70,6	Y = 69,0 ^{NS}	1,9
Proteína bruta	60,2	62,1	62,6	63,7	Y = 62,1 ^{NS}	5,2
Extrato etéreo	85,5	85,7	90,5	92,5	Y = 88,6 ^{NS}	4,3
Carboidratos totais	68,5	68,5	69,1	70,7	Y = 69,2 ^{NS}	2,1
Carboidratos não-fibrosos	88,8	89,0	89,3	90,5	Y = 89,4 ^{NS}	4,8
Fibra em detergente neutro	50,6	52,7	53,8	54,0	Y = 52,8 ^{NS}	5,0
Fibra em detergente ácido	40,6	41,8	42,2	42,4	Y = 41,8 ^{NS}	6,4
Coeficiente de digestibilidade ruminal						
Matéria seca ¹	60,9	60,7	60,7	60,3	Y = 60,6 ^{NS}	2,6
Matéria orgânica ¹	62,9	62,8	62,4	62,2	Y = 62,6 ^{NS}	1,7
Matéria orgânica ²	42,8	42,9	43,1	43,9	Y = 43,2 ^{NS}	3,1
Proteína bruta ¹	7,1	5,0	4,6	3,8	Y = 5,2 ^{NS}	13,1
Proteína bruta ²	4,3	3,1	2,9	2,5	Y = 3,2 ^{NS}	13,2
Extrato etéreo ¹	0,9	1,2	3,5	3,8	Y = 2,3 ^{NS}	19,0
Extrato etéreo ²	0,8	1,0	3,2	3,5	Y = 2,1 ^{NS}	19,3
Carboidratos totais ¹	67,6	67,5	66,5	66,7	Y = 67,1 ^{NS}	2,6
Carboidratos totais ²	49,4	49,7	49,5	50,0	Y = 49,7 ^{NS}	5,3
Carboidratos não-fibrosos ¹	78,6	79,2	78,6	79,6	Y = 79,0 ^{NS}	6,8
Carboidratos não-fibrosos ²	69,8	70,5	70,1	72,1	Y = 70,6 ^{NS}	7,9
Fibra em detergente neutro ¹	98,7	98,5	96,9	96,8	Y = 97,7 ^{NS}	3,5
Fibra em detergente ácido ¹	98,2	97,6	96,6	95,9	Y = 97,1 ^{NS}	8,7
Coeficiente de digestibilidade intestinal						
Matéria seca ¹	39,1	39,3	39,3	39,7	Y = 39,3 ^{NS}	8,9
Matéria orgânica ¹	37,1	37,2	37,6	37,8	Y = 37,4 ^{NS}	7,9
Matéria orgânica ²	44,0	44,4	45,6	47,6	³	2,6
Proteína bruta ¹	92,9	95,0	95,4	96,2	Y = 94,9 ^{NS}	3,6
Proteína bruta ²	58,4	60,8	61,4	62,8	Y = 60,9 ^{NS}	4,5
Extrato etéreo ¹	99,1	98,8	96,5	96,2	Y = 97,6 ^{NS}	5,3
Extrato etéreo ²	85,4	85,6	90,2	95,2	Y = 89,1 ^{NS}	4,4
Carboidratos totais ¹	27,8	27,4	28,4	29,2	Y = 28,2 ^{NS}	3,6
Carboidratos totais ²	41,3	41,3	42,8	44,8	⁴	2,3
Carboidratos não-fibrosos ¹	21,4	20,8	21,4	20,4	Y = 21,0 ^{NS}	20,7
Carboidratos não-fibrosos ²	63,5	62,7	64,3	66,4	Y = 64,2 ^{NS}	22,4
Fibra em detergente neutro ¹	1,3	1,6	3,2	3,3	Y = 2,3 ^{NS}	35,9
Fibra em detergente ácido ¹	1,8	2,3	3,4	3,8	Y = 2,8 ^{NS}	27,5

¹% do total digerido; ²% do que chega no compartimento. X é a porcentagem de resíduo de cervejaria fermentado (RCF), NS: não-significativo.

³ $Y = 45,38538 + 0,1487335X$; $R^2 = 0,92$; ($P<0,05$); ⁴ $Y = 42,53442 + 0,1496613X$; $R^2 = 0,88$; ($P<0,05$)

degradada no rúmen e digestível no intestino foi maior para o resíduo de cerveja fermentado (39,4%) em relação ao farelo de soja (18,7%).

A inclusão do resíduo de cervejaria fermentado nas rações não influenciou ($P>0,05$) o coeficiente de digestibilidade ruminal dos nutrientes. As médias observadas para os coeficiente de digestibilidade ruminal da MS e da MO para as rações foram, respectivamente de 38,6% e 43,3% (% do que chegou ao compartimento) e de 60,6% e 62,6% (% total digerido). O valor médio do coeficiente de digestibilidade ruminal da MS foi próximo ao observado por Rogers et al. (1986), de 39,3% do total ingerido em novilhos alimentados com resíduo úmido de cervejaria. Os valores para o coeficiente de digestibilidade ruminal da MS e MO (% do total digerido) ficaram dentro da variação observada na literatura, de 60,3 a 67,1% para MS e de 61,9 a 78,9% para MO, para dietas com relação volumoso:concentrado 70:30% (Carvalho et al., 1997a; Ladeira et al., 1999; Dias et al., 2000).

O coeficiente de digestibilidade ruminal da PB apresentou valor médio de 3,2% do que chegou ao compartimento e 5,2% do total digerido. Entretanto, a inclusão do resíduo de cervejaria fermentado diminuiu o coeficiente de digestibilidade ruminal da PB (em % do total digerido) em 29, 35 e 46%, respectivamente, nas rações com 8, 16 e 24% de inclusão do resíduo de cervejaria fermentado em relação à ração com 0% deste alimento.

A substituição da proteína proveniente do farelo de soja pela do resíduo de cervejaria fermentado para os animais que consumiram a ração com 24% de resíduo de cervejaria fermentado reduziu em média 37% o coeficiente de digestibilidade ruminal da PB. Esses resultados corroboram os menores valores das frações $A + B_1$ (25,8% da PB) da proteína do resíduo de cervejaria fermentado em relação ao farelo de soja (35,2% da PB), que disponibiliza menos nitrogênio para a microbiota ruminal (Geron et al., 2007). Neste trabalho, a concentração de $N-NH_3$ no líquido ruminal e a eficiência microbiana foram 12 e 17% menores, respectivamente, para os animais alimentados com a ração com 24% de resíduo de cervejaria fermentado em relação àqueles alimentados com a ração com 0% de resíduo de cervejaria fermentado (Figura 2; Tabela 6).

A inclusão do resíduo de cervejaria fermentado nas rações não alterou ($P>0,05$) o coeficiente de digestibilidade ruminal do EE. Entretanto, a ração com 0% de resíduo de cervejaria fermentado apresentou redução de 77% neste parâmetro (expresso em % do que chegou ao compartimento) em relação à ração com 24% de resíduo de cervejaria fermentado. Provavelmente o elevado coeficiente de variação

pode ter contribuído para este resultado do coeficiente de digestibilidade ruminal do EE.

Os microrganismos do rúmen não utilizam os lipídios como fonte de energia. Desta forma, valores próximos de zero para o coeficiente de digestibilidade ruminal do EE, como os observados neste trabalho são esperados, concordando com pesquisas realizadas por Carvalho et al. (1997a) e Itavo et al. (2002), que obtiveram coeficiente de digestibilidade ruminal do EE variando de 1,1 a 8,5%. Os ácidos graxos provenientes da *lise* dos triglicerídeos no rúmen são incorporados aos microrganismos ou absorvidos no intestino delgado, o que é confirmado pelos baixos valores de coeficiente de digestibilidade ruminal e pelos altos valores de digestibilidade intestinal do EE.

Os valores médios do coeficiente de digestibilidade ruminal da FDN e da FDA (% do total que chegou ao compartimento) ficaram dentro da variação média observada na literatura, de 89,2% a 100,0% para FDN e de 90,2 a 95,3% para FDA, respectivamente, em rações com relação volumoso:concentrado 70:30% (Carvalho et al., 1997a; Ladeira et al., 1999; Silva et al., 2002).

Com exceção do coeficiente de digestibilidade intestinal da MO e dos carboidratos totais (% do que chegou no compartimento), a inclusão do RCF nas rações não teve efeito ($P>0,05$) sobre os coeficiente de digestibilidade intestinal da MS, PB, EE, CNF, FDN e FDA. O efeito linear crescente ($P<0,05$) observado para o CDI da MO (% do que chegou ao compartimento) provavelmente foi influenciado pelo aumento em unidades percentuais na digestibilidade intestinal dos demais nutrientes com a inclusão do resíduo de cervejaria fermentado. O aumento linear ($P<0,05$) do coeficiente de digestibilidade intestinal dos carboidratos totais provavelmente foi influenciado pela maior digestibilidade desses nutrientes na ração contendo 24% de resíduo de cervejaria fermentado.

O valor médio obtido para o coeficiente de digestibilidade intestinal da PB das rações experimentais foi de 94,9% do total digerido e 60,9% do que chegou ao compartimento. Ao substituir toda a proteína do farelo de soja e parte da proteína da silagem de milho pela proteína do resíduo de cervejaria fermentado, e esta com alto teor de proteína não degradada no rúmen (PNDR) (54,3% da PB), a digestibilidade intestinal da PB não apresentou variação. Essas observações estão em acordo com Geron et al. (2007), que obtiveram alto valor para a digestibilidade intestinal da PNDR do resíduo de cervejaria fermentado (72,5%) em estudos de CDI *in vitro* da PB.

Não houve efeito ($P>0,05$) da inclusão de resíduo de cervejaria fermentado sobre o consumo de energia digestível

Figura 1 - Valores de pH do líquido ruminal dos bovinos após a alimentação com rações contendo resíduo de cervejaria fermentado.

Figura 2 - Concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) mg/100 mL do líquido ruminal de bovinos após a alimentação com rações contendo resíduo de cervejaria fermentado.

(ED), em kcal/kg^{0,75}, coeficiente de digestibilidade total (CDT) da EB e do NDT. O consumo médio de ED foi de 233,3 kcal/kg^{0,75}. O valor médio de NDT de 69,5% estimado pelas equações propostas por Kearl (1982) para os diferentes alimentos (Tabela 2) foi próximo ao valor real médio de NDT de 70,4% para as rações obtido por meio dos dados de digestibilidade dos nutrientes (Sniffen et al., 1992).

A inclusão de resíduo de cervejaria fermentado nas rações não influenciou ($P>0,05$) o pH do líquido ruminal (Figura 1). Contudo, o pH do líquido ruminal apresentou comportamento quadrático com a inclusão do resíduo de cervejaria fermentado ($pH = 6,7824 - 0,2157X + 0,0297X^2$).

Os valores de pH variaram em média 6,2 (4 horas após a alimentação) a 6,8 (zero hora ou antes da alimentação). Esses dados de pH ficaram dentro da variação observada na literatura de 6,2 a 7,0 em bovinos consumindo rações com resíduo úmido de cervejaria (Davis et al., 1983; West et al.,

1994; Chiou et al., 1998). Entretanto, Cabral Filho et al. (2007) observaram que a inclusão do resíduo de cervejaria fermentado diminuiu o valor de pH do líquido ruminal.

O valor mínimo médio verificado para o pH ruminal ocorreu 4 horas após a alimentação e foi de 6,3. O menor valor de pH obtido próximo a 4 horas após a alimentação está de acordo com os dados relatados por Fregadolli et al. (2001), que observaram que o pH do rúmen alcançou seu valor mais baixo entre 2 a 5 horas após a ingestão do alimento.

Os teores de resíduo de cervejaria fermentado nas rações não alteraram ($P>0,05$) a concentração do N-NH₃ do líquido ruminal (Figura 2), mas teve efeito ($P<0,05$) quadrático sobre a concentração do N-NH₃ do líquido ruminal no tempo após alimentação, de modo que $N-NH_3 = 8,2847 + 1,2774X - 0,2079X^2$ ($R^2 = 0,57$).

O maior valor de N-NH₃ do líquido ruminal foi de 13,7 mg/100 mL de líquido ruminal, que ocorreu 2 horas após a alimentação, e a concentração mínima foi de 6,0 mg/100 mL de líquido ruminal, que ocorreu 8 horas após a alimentação. A concentração média de 8,5 mg/100 mL do líquido ruminal do N-NH₃ ficou abaixo da variação média de 11,1 a 21,6 mg/100 mL de líquido ruminal observada na literatura para bovinos alimentados com resíduo úmido de cervejaria (West et al., 1994; Choiu et al., 1998). Entretanto, Cabral Filho et al. (2007) observaram aumento do N-NH₃ no líquido ruminal de ovinos com a inclusão do resíduo de cervejaria fermentado.

Mesmo sem diferença ($P>0,05$) para a concentração do N-NH₃ do líquido ruminal entre as rações, foi observado aumento de 12% na concentração do N-NH₃ para a ração com 0% de (13,7 mg/100 mL de líquido ruminal) durante o pico de duas horas após a alimentação em relação à ração com 24% de resíduo de cervejaria fermentado (12,0 mg/100 mL de líquido ruminal). Esse resultado foi, provavelmente, reflexo da substituição da proteína proveniente do farelo de soja (PNDR de 34,5% da PB) pela proteína do resíduo de cervejaria fermentado (PNDR de 62,5% da PB) (Tabela 1).

O valor médio do N-NH₃ do líquido ruminal de 8,5 mg/100 mL manteve-se abaixo da faixa proposta por Mehrez et al. (1977), que afirmaram que a máxima atividade fermentativa ruminal é obtida quando o N-NH₃ alcança valores entre 19 e 23 mg/100 mL de líquido ruminal. Entretanto, o valor médio do N-NH₃ obtido manteve-se acima da concentração observada por Satter & Roffler (1975), de 5 mg/100 mL de líquido ruminal, que poderia limitar o crescimento microbiano. Isso foi confirmado pela eficiência de síntese microbiana dos novilhos alimentados com rações contendo resíduo de cervejaria fermentado, com valor médio de 30,3 g de N-Mic/kg matéria orgânica aparentemente degradável no rúmen - MOADR (Tabela 6).

Tabela 5 - Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), nitrogênio total (NT) e RNA dos microrganismos ruminais isolados

Variável	Resíduo de cervejaria fermentado nas rações (%)				Regressão	CV (%)
	0	8	16	24		
Matéria seca	94,5	95,3	95,1	94,9	Y = 95,0 ^{NS}	2,1
Matéria orgânica (%MS)	70,7	70,9	71,0	71,7	Y = 71,1 ^{NS}	4,6
Matéria mineral (%MS)	29,3	29,1	29,0	28,4	Y = 28,9 ^{NS}	11,3
Nitrogênio total	5,1	4,9	4,8	4,8	Y = 4,9 ^{NS}	5,9
Nitrogênio total (%MO)	6,8	6,6	6,4	6,3	Y = 6,6 ^{NS}	6,9
RNA ¹ (mg/g)	0,2	0,2	0,2	0,2	Y = 0,2 ^{NS}	6,3

^{NS} não-significativo.

Tabela 6 - Consumo de nitrogênio (N), fluxo duodenal de nitrogênio, de nitrogênio microbiano e de nitrogênio não-microbiano, valores de matéria orgânica aparentemente degradável no rúmen (MOADR) e matéria orgânica verdadeiramente degradável no rúmen (MOVDR) e eficiência de síntese microbiana

Variável	Resíduo de cervejaria fermentado nas rações (%)				Regressão	CV (%)
	0	8	16	24		
Consumo nitrogênio (g/dia)	150,5	143,2	131,3	108,3	Y = 133,3 ^{NS}	14,0
Fluxo duodenal						
Nitrogênio (g/dia)	143,9	138,7	127,6	105,6	Y = 143,6 ^{NS}	13,7
Nitrogênio microbiano (%)	79,0	78,7	78,0	77,2	Y = 78,2 ^{NS}	8,3
Nitrogênio não-microbiano (%)	21,1	21,3	22,0	22,8	Y = 21,8 ^{NS}	29,8
MOADR (g/dia)	3.460,8	3.394,2	3.439,4	2.986,1	Y = 3320,1 ^{NS}	10,3
MOADR (% do ingerido)	42,8	42,9	43,1	43,9	Y = 43,2 ^{NS}	2,8
MOVDR (g/dia)	5.043,6	4.972,5	4.908,6	4.222,1	Y = 4.786,7 ^{NS}	12,9
MOVDR (% do ingerido)	62,2	62,8	61,6	62,0	Y = 62,2 ^{NS}	5,1
Eficiência de síntese microbiana						
g N-Mic/kg MOADR	32,8	32,1	29,1	27,3	Y = 30,3 ^{NS}	9,2
g N-Mic/kg MOVDR	22,5	21,9	20,4	19,2	Y = 20,9 ^{NS}	6,7

^{NS} não-significativo.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos teores de resíduo de cervejaria fermentado nas rações sobre a composição química das bactérias ruminais isoladas (Tabela 5).

A média obtida para o teor de MO das bactérias ruminais isoladas foi de 71,1% na MS e ficou abaixo da variação média de 84,5 a 94,2% na MS observada na literatura (Fregadolli et al., 2001; Guimarães et al., 2001). Provavelmente a solução salina utilizada no processo de isolamento das bactérias pode ter aumentado o teor de matéria mineral (MM) e, conseqüentemente, ter diminuído o teor de MO das bactérias (Rabello et al., 1995).

Os valores médios dos teores de nitrogênio total (NT) dos microrganismos ruminais isolados foi de 4,9% na MS e de 6,6% na MO, próximos aos observados na literatura, de 5,2 a 5,9% na MS e 6,0 a 7,0% na MO (Guimarães et al., 2001; Fregadolli et al., 2001). O valor médio do RNA dos microrganismos ruminais isolados foi de 0,2 mg/g, dentro da variação de 0,1 a 0,3 mg/g de RNA observada na literatura (Carvalho et al., 1997b; Dias et al., 2000; Fregadolli et al., 2001).

O consumo de nitrogênio não foi influenciado ($P>0,05$) pela inclusão de resíduo de cervejaria fermentado nas rações (Tabela 6), entretanto, a ração com 24% de resíduo de cervejaria fermentado resultou em consumo de nitrogênio 28% inferior ao obtido com a ração com 0% de resíduo de cervejaria fermentado, que também refletiu no fluxo duodenal de nitrogênio 27% inferior, embora sem diferença significativa.

Não houve diferença ($P>0,05$) para o fluxo duodenal de nitrogênio microbiano e não-microbiano (% do fluxo duodenal de nitrogênio total) com a inclusão de resíduo de cervejaria fermentado nas rações (Tabela 6). Verificou-se, no entanto, aumento de 8% no fluxo duodenal de nitrogênio não-microbiano para a ração com 24% de resíduo de cervejaria fermentado em relação àquela com 0% de resíduo de cervejaria fermentado. Essa variação pode ser atribuída ao maior teor de PNDR da ração com o maior teor de resíduo de cervejaria fermentado.

Não houve efeito ($P>0,05$) da inclusão do resíduo de cervejaria fermentado nas rações sobre a MOADR, matéria

orgânica verdadeiramente degradável no rúmen (MOVDR) e eficiência de síntese microbiana. Os valores obtidos para a MOADR (% do total ingerido) ficaram dentro da variação observada na literatura, de 40,3 a 50,0% (Ludden & Cecava, 1995; Fregadolli et al., 2001).

A eficiência de síntese microbiana expressa em g N-Mic/kg MOADR foi 17% maior para a ração com 0% do resíduo de cervejaria fermentado em relação à ração com 24% do resíduo de cervejaria fermentado. Essa diferença percentual pode ter sido influenciada pelas características do resíduo de cervejaria fermentado, que disponibilizou menos proteína para os microrganismos, como pode ser demonstrado pelo menor consumo de PDR (379 vs 611 g/dia) dos animais que ingeriram a ração com 24% de resíduo de cervejaria fermentado em relação à ração com 0% de resíduo de cervejaria fermentado. A menor concentração ruminal de N-NH₃ (Figura 2) e a menor digestibilidade ruminal da PB (Tabela 4) corroboram com esses resultados. Contudo, o valor médio da eficiência de síntese microbiana, expresso em g N-Mic/kg MOADR, ficou dentro da faixa de variação observada na literatura, de 29,3 a 37,9 gN-Mic/kg MOADR (Carvalho et al., 1997b; Dias et al., 2000; Guimarães et al., 2001). O ARC (1984) considera um valor aceitável de eficiência de síntese microbiana em ruminantes de 32,0 gN-Mic/kg MOADR. A eficiência de síntese microbiana expressa em gN-Mic/kg MOVDR apresentou comportamento similar à síntese microbiana expressa em gN-Mic/kg MOADR e ficou na faixa de variação observada na literatura, de 20,8 a 33,1 gN-Mic/kg MOVDR (Guimarães et al., 2001; Fregadolli et al., 2001).

Conclusões

A inclusão de até 24% do resíduo de cervejaria fermentado nas rações não altera a digestão dos nutrientes, a fermentação ruminal e a eficiência de síntese microbiana, portanto, esse subproduto pode ser utilizado em até 24% nas rações de bovinos. Novos estudos deverão ser realizados com teores mais elevados de resíduo de cervejaria fermentado em rações para bovinos.

Agradecimento

Ao Sr. Jam Erkel e à Sra. Jane Erkel, proprietários da Fazenda Morro dos Ventos (município de Carambei), por fornecerem o resíduo de cervejaria úmido para a realização deste trabalho. À Márcia Aparecida Boza, bolsista AT - CNPq, e aos alunos de iniciação científica, Jeroen De Best, Eder Bublitz, Guido Jacob, Sílvia Cristina de Aguiar e Anete Gouvêa Gabardo, pela colaboração.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminants of ruminant livestock**. London: CAB International, 1984. 351p.
- BOVOLENTA, S.; PIASENTIER, E.; PERESSON, C. et al. The utilization of diets containing increasing levels of dried brewers' grains by growing lambs. **Animal Science**, v.66, p.689-695, 1998.
- CABRAL FILHO, S.L.S.; BUENO, I.C.S.; ABDALLA, A.L. Substituição do feno de Tifton pelo resíduo de cervejaria úmido em dietas de ovinos em manutenção. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p.65-73, 2007.
- CARDOSO, R.M.; SILVA, J.F.C.; MOTTA, V.A. et al. Produção de leite de vacas alimentadas com silagem de sorgo suplementada com polpa úmida de cevada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.11, n.1, p.38-45, 1982.
- CARVALHO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 2. Coeficiente de digestibilidade aparentes parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.996-1006, 1997a.
- CARVALHO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 3. Eficiência microbiana e população de protozoários ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.1007-1015, 1997b.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.9, p.2480-2488, 1990.
- CHIOU, P.W.S.; CHEN, C.R.; CHEN, K.J. et al. Wet brewers' grains or bean curd pomace as partial replacement of soybean meal for lactating cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.74, p.123-134, 1998.
- DAVIS, C.L.; GRENAWALT, D.A.; MCCOY, G.C. Feeding values of pressed brewers' grains for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.66, n.1, p.73-79, 1983.
- DIAS, H.L.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Eficiência de síntese microbiana, pH e concentração ruminal de amônia em novilhos F₁ Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.555-563, 2000.
- FREGADOLLI, F.L.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F. et al. Efeitos das fontes de amido e nitrogênio de diferentes degradabilidades ruminais. 2. pH, concentração de amônia no líquido ruminal e eficiência de síntese microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.870-879, 2001.
- GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; VIDOTTI, R.M. et al. Digestibilidade e parâmetros ruminais de rações contendo silagens de resíduo da filetagem de tilápia. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.28, n.4, p.437-445, 2006.
- GERON, L.J.V.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F. et al. Caracterização, fracionamento protéico, degradabilidade ruminal e digestibilidade *in vitro* da matéria seca e proteína bruta do resíduo de cervejaria úmido e fermentado. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.3, p.291-299, 2007.
- GRUPO DE COORDENAÇÃO DE ESTATÍSTICA AGROPECUÁRIAS - GCEA/IBGE. [2006]. **Levantamento Sistemático da produção Agrícola**. Disponível em: <URL: <http://www.ibge.com.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/ispa/ispa06200605.shtm>. Acesso em: 10/6/2006.
- GUIMARÃES, K.C.; BRANCO, A.F.; ZEOULA, L.Z. et al. Efeito do período experimental sobre a fermentação e eficiência de síntese microbiana em bovinos alimentados com dietas com dois níveis de volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.880-887, 2001.
- HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and protein for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3360-3371, 1991.

- 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 níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1543-1552, 2002 (supl. 1).
- JOHNSON, C.O.L.E.; HUBER, J.T.; KING, K.J. Storage and utilization of wet brewes grains in diets for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.1, p.98-107, 1987.
- KEARL, L.C. **Nutrient requirements of ruminants in developing countries**. Logan: International Feedstuffs Institute, 1982. 381p.
- LADEIRA, M.M.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.395-403, 1999.
- LIMA, M.L.M. **Resíduo de cervejaria úmido: formas de conservação e efeitos sobre parâmetros ruminais**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1993. 98p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Universidade de São Paulo, 1993.
- LUDDEN, P.A.; CECAVA, M.J. Supplemental protein sources for steers fed corn based diets. 1. Ruminant characteristics and intestinal amino acid flows. **Journal of Animal Science**, v.73, n.5, p.1466-1475, 1995.
- MCCARTHY, R.D.; KLUSMEYER, J.R.; CLARK, T.H. et al. Effect of source of protein and carbohydrate on rumen fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. **Journal of Animal Science**, v.62, p.216-225, 1989.
- MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed.rev. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001. 381p.
- RABELLO, T.G.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Grão de soja moído na alimentação de vacas em lactação. Eficiência microbiana, amônia e pH. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2, p.270-285, 1996.
- ROGERS, J.A.; CONRAD, H.R.; DEHORITY, B.A. et al. Microbial numbers, rumen fermentation and nitrogen utilization of steers fed wet or dried brewers' grains. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.745-753, 1986.
- SATTER, L.D.; ROFFLER, R.E. Relationship between ruminal ammonia and nonprotein nitrogen utilization by ruminants. 1. Development of a model for predicting nonprotein nitrogen utilization by cattle. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.12, p.1880-1888, 1975.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livrocere, 1979. 380p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 178p.
- SILVA, L.D.F.; EZEQUIEL, J.M.B.; AZEVEDO, P.S. et al. Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1258-1268, 2002.
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 2. Balanço nitrogenado, eficiência microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.921-929, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário).
- USHIDA, K.; LASSALAS, B.; JOUANY, J.P. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. **Reproduction Nutrition Development**, v.25, p.1037-1045, 1985.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 3. pH, amônia e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1264-1269, 1997.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: 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.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Constock Publishing Associates, 1994. 476p.
- VIEIRA, H.W. **Digestão parcial e total da proteína em diferentes grupos genéticos de bovídeos**. Viçosa, MG: Universidades Federal de Viçosa, 1984. 250p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1-10, 1999.
- WEST, J.W.; ELY, L.O.; MARTIN, S.A. Wet brewers grain for lactating dairy cows during hot, humid weather. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.196-204, 1994.