

SUBSTITUIÇÃO DO FENO DE TIFTON PELO RESÍDUO ÚMIDO DE CERVEJARIA EM DIETAS DE OVINOS EM MANTENÇA

SÉRGIO LÚCIO SALOMON CABRAL FILHO,* IVES CLÁUDIO DA SILVA BUENO E ADIBE LUIZ ABDALLA

USP/CENA – Laboratório de Nutrição Animal, Caixa Postal 96 – CEP 13400-970 – Piracicaba, SP, Brasil

*Corresponding author sluciocabral@terra.com.br

RESUMO

O resíduo úmido de cervejaria é um subproduto disponível ao longo do ano, podendo ser utilizado como um substituto das forragens durante os períodos críticos. O objetivo deste estudo foi avaliar a utilização do resíduo úmido de cervejaria como substituto do feno em dietas exclusivas de volumoso para ovinos. Mantiveram-se seis ovinos machos da raça Santa Inês em gaiolas de metabolismo em um delineamento experimental de quadrado latino múltiplo de 3 x 3, com dietas experimentais 100% de feno de Tifton 85 capim-bermuda (*Cynodon ssp*) (FT), 67% de FT + 33% de resíduo de cervejaria (RUC33) e 33% de FT + 67% de resíduo de cervejaria (RUC67). O ensaio avaliou o consumo voluntário, a digestibilidade aparente *in vivo* da ma-

téria seca, da matéria orgânica, da proteína bruta, e das fibras em detergente neutro e em detergente ácido, pH ruminal e perfil de nitrogênio (N) amoniacal. O consumo voluntário foi de 1.090, 1.129 e 737 (EP = 66,9) g MS dia⁻¹ nas dietas FT, RUC33 e RUC67, respectivamente. A digestibilidade aparente da matéria seca não foi afetada pelos tratamentos, mas a inclusão do resíduo aumentou a digestibilidade da proteína bruta. Os perfis de N-NH₃ no rúmen foram semelhantes em todos os tratamentos e o pH ruminal diferiu entre os tratamentos (6,26; 5,98 e 6,28 (EP = 0,05) no FT, RUC33 e RUC67, respectivamente). Os animais apresentaram diminuição no consumo quando o resíduo foi oferecido nas quantidades de 67% da MS.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação de alimentos, subprodutos, suplementação para ruminante.

ABSTRACT

WET BREWERS' GRAIN AS REPLACEMENT FOR HAY IN MAINTENANCE SHEEP DIET

Wet brewers' grain (RUC) is an available by-product throughout the year and its fiber fractions could replace forage fibers during critical periods. The aim of this study was to evaluate wet brewers' grain as a substitute for hay in exclusive forage diets for sheep. Six Santa Inês male sheep were kept in metabolic cages in a 3x3 multiple Latin square, in which the experimental diets were 100% Tifton 85 Bermudagrass (*Cynodon ssp*) hay (FT), 67% FT + 33% wet brewer's grain (RUC33) and 33% FT + 67% wet brewers' grain (RUC67). The study evaluated voluntary intake, *in vivo* apparent digestibility of dry matter (DM), organic matter

(OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), rumen pH and ammonia-N profiles. Voluntary intake was 1090, 1129 and 737 (SE = 66.9) g DM day⁻¹ for diets FT, RUC33 and RUC67, respectively. Dry matter apparent digestibility was not affected by treatments, but the brewers' grain inclusion increased crude protein digestibility. Rumen ammonia-N content profiles were similar for all treatments and pH differed among treatments (6.26, 5.98 and 6.28 (SE = 0.05) for FT, RUC33 and RUC67, respectively). By-product inclusion reduced DM intake at level of 67%.

KEY WORDS: By-products, feed evaluation, ruminant supplementation.

INTRODUÇÃO

O resíduo úmido de cervejaria é um subproduto agroindustrial que pode ser utilizado na alimentação animal na substituição de alimentos de origem forrageira. A grande oferta desse subproduto ao longo do ano no Brasil, aliada ao seu valor nutricional (CLARK et al., 1987; STERN & ZIEMER, 1993), pode viabilizar a sua utilização na alimentação de ovinos.

Alguns subprodutos como o resíduo úmido de cervejaria apresentam características na sua fração fibra (FDN), como a densidade, que o diferenciam da fibra encontrada nos alimentos volumosos de origem forrageira. Em seus trabalhos, FIRKINS (1997) encontrou diferenças na digestão da fração fibra de subprodutos, quando comparados com alimentos de origem forrageira. Alterações físicas na digestão da fração fibra de subprodutos pelos ruminantes podem ser notadas através dos processos digestivos como o tempo de ruminação, atividade de mastigação e a consistência do material do rúmen (MERTENS, 1997). Alterações no consumo de matéria seca (CMS), nos valores de pH do rúmen e no perfil de produção dos ácidos graxos voláteis (AGV) também foram identificadas por CLARK et al. (1987).

O transporte e o armazenamento do resíduo úmido de cervejaria limitam a sua utilização em propriedades distantes das indústrias cervejeiras, sendo que a sua elevada umidade (aproximadamente 800 g.kg⁻¹) pode ser considerada a característica mais limitante (EASTRINDGE, 1991; STERN & ZIEMER, 1993). No Brasil, o resíduo úmido de cervejaria é tradicionalmente armazenado em condições de aerobiose, em tanques abertos, contribuindo para a sua rápida degradação e perda da qualidade (CABRAL FILHO et al., 1999).

O objetivo do presente estudo foi avaliar as possíveis alterações de consumo e digestibilidade na substituição de uma dieta exclusiva de feno pela silagem do resíduo úmido de cervejaria, verificando até que ponto este subproduto poderia ser utilizado como um alimento volumoso em dietas de ovinos.

MATERIAL E MÉTODOS

Mantiveram-se seis ovinos machos, adultos, castrados e com cânulas de rúmen (peso vivo = 73 ± 3,2 kg) em gaiolas de metabolismo em um delineamento experimental de Quadrado Latino múltiplo 3 x 3 (MEAD et al., 1993).

O resíduo úmido de cervejaria foi colhido em uma indústria cervejeira nas proximidades da cidade de Piracicaba, SP, e armazenado na forma de silagem em cinco tambores plásticos com tampa (silos), de 250L de capacidade (aproximadamente 266 kg de resíduo por tambor). Após o enchimento total dos silos, o material armazenado foi coberto com uma lona plástica e tampado, evitando ao máximo a entrada de oxigênio. Fecharam-se os silos por noventa dias na posição horizontal, sendo que as tampas eram parcialmente abertas periodicamente, permitindo a saída do excesso de efluentes.

Após os primeiros trinta dias de armazenamento, colocaram-se os tambores na posição vertical. Ao ser aberto o primeiro silo, descartou-se uma camada de aproximadamente 30 cm, considerada como perda. Porções diárias de 5 kg foram retiradas e fornecidas para os animais. Após a retirada diária, a tampa do silo era novamente fechada, evitando-se uma maior degradação.

Colheram-se amostras do resíduo úmido ensilado após o armazenamento, as quais, posteriormente, foram encaminhadas para análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (OM), pH, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), de acordo com VAN SOEST (1973, 1991) e AOAC (1995). Utilizou-se uma amostra de feno de Tifton 85 (*Cynodon* ssp.) como forragem-padrão para o controle dos resultados das análises.

Os tratamentos foram compostos por dois níveis de inclusão do resíduo ensilado (com base na MS) na dieta: (a) feno: 100% feno de Tifton (FT), (b) 67% feno + 33% de resíduo de cervejaria ensilado RUC (RUC 33) e (c) 33% feno + 67% RUC (RUC67).

Realizou-se o experimento durante três períodos experimentais com quatro semanas cada período, de modo que se utilizou a primeira semana para a mudança de tratamento (*change-over*) e adaptação dos animais à nova dieta, a segunda semana para a determinação do consumo voluntário de cada animal e a terceira semana para as amostragem das sobras, fezes e líquido do rúmen (CABRAL FILHO et al., 1999). Na última semana de cada período, colheram-se amostras do conteúdo ruminal para análise de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) de acordo com ABDALLA et al. (1999). Os animais foram pesados no início e no final de cada período após dez horas de jejum.

Estabeleceram-se as dietas experimentais, oferecidas duas vezes ao dia (8:30 e 16:30 h). Durante as duas semanas iniciais (adaptação e consumo), as dietas foram oferecidas *ad libitum*, de maneira a permitir uma sobra de no mínimo 10% do oferecido. Durante a segunda semana foi determinado o consumo voluntário de cada animal e, na última semana (digestibilidade), os animais receberam 90% do consumo determinado na segunda semana, evitando-se assim o excesso de sobras nos cochos. Moeu-se o feno grosseiramente (aproximadamente 2 cm) com o auxílio de uma picadeira, o qual foi misturado manualmente com o RUC antes do fornecimento para os animais. Ofereceram-se água e mistura mineral *ad libitum*. Recolheram-se sobras e fezes diariamente e imediatamente antes do fornecimento da primeira refeição.

Amostras das dietas oferecidas, sobras e fezes foram colhidas e secas a 55°C em estufa de ventilação forçada até peso constante e posteriormente encaminhado para análise. Colheram-se amostras de fluido ruminal através das cânulas imediatamente antes da primeira refeição e a 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4; 5;

6; 9,5; 14 e 22 h após a alimentação. Durante a colheita de fluido do rúmen, procedeu-se à medição do valores de pH das amostras. Após a determinação do pH, estas foram acidificadas (HCl 18N) e armazenadas à temperatura de -20°, para posterior análise do N-NH₃ (CABRAL FILHO et al., 2001).

As amostras da dieta oferecida, sobras e fezes foram secas durante 24 horas em cadinhos de porcelanas (100°C) para a determinação do consumo de matéria seca (CMS) e da digestibilidade aparente. Submeteram-se tais amostras à análise de MS, MO, PB, EE, FDN e FDA, conforme descrito anteriormente.

As médias dos tratamentos foram submetidas à análise de variância seguindo um modelo apropriado para o delineamento em Quadrado Latino, em que se utilizou o procedimento General Linear Model (SAS INSTITUTE, 2000). Fizeram-se as comparações entre médias através do teste de Tukey a um nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ingredientes e composição das dietas

No momento da ensilagem o RUC apresentou um valor de 236 g.kg⁻¹ de MS e um pH de 4,8. Após trinta dias de armazenamento, o pH da silagem ficou em 4,5 e o material ensilado apresentou um teor de MS de 260 g kg⁻¹ (Tabela 1). Os resultados das análises realizadas antes e depois do período de armazenamento estão representados na Tabela 1. Após a abertura do silo, o material ensilado apresentou aspecto e odor agradáveis e não se notaram alterações na sua coloração. O pH se manteve em torno de 4,5, dificultando o desenvolvimento de microrganismos proteolíticos como o *Clostridium*.

TABELA 1. Composição química do resíduo úmido de cervejaria (RUC) e das dietas experimentais (g kg⁻¹).

Ítems	RUC		FT ²	Tratamentos	
	Dia 0 ¹	Dia 30 ¹		RUC33 ³	RUC67 ⁴
Matéria seca	236	260	833	644	449
Ph	4.8	4.5	ND	ND	ND
Matéria orgânica*	841	869	868	861	854
Proteína bruta*	230	229	124	159	196

Continua ...

Continuação ...

Itens	RUC		Tratamentos		
	Dia 0 ¹	Dia 30 ¹	FT ²	RUC33 ³	RUC67 ⁴
Fibra em detergente ácido*	276	332	383	366	349
Lignina*	59	90	70	76	83
Fibra em detergente neutro*	644	598	691	660	629

* 100% MS; / 1. antes (dia 0) e depois (dia 30) do armazenamento em condições de anaerobiose; / 2. 100% feno de Tifton (FT);
3. 67% (FT) + 33% (RUC); / 4. 33% (FT) + 67% (RUC);

As composições químicas das dietas experimentais podem ser vistas na Tabela 2. O aumento da inclusão do RUC na dieta resultou em aumento na

concentração de PB e no extrato-etéreo (EE), e em uma diminuição da MS.

TABELA 2. Consumo voluntário e digestibilidade aparente em ovinos, alimentados com quantidades crescentes do resíduo úmido de cervejaria ensilado.

Items	Tratamentos			EP
	FT ³	RUC33 ⁴	RUC67 ⁵	
Consumo total (g MS dia ⁻¹)	1090 ^a	1129 ^a	737 ^b	66,9
Consumo de MS (g kg ⁻¹ PM*)	46	42	46	5,5
Ganho de peso vivo (kg) ¹	-4.4	-2.5	-3.5	2,10
Digestibilidade aparente ²				
Matéria seca	48 ^a	53 ^a	45 ^a	3,0
Matéria orgânica	51 ^{ab}	55 ^a	45 ^b	1,9
Proteína bruta	52 ^b	66 ^a	66 ^a	1,4
Fibra detergente ácido	52 ^a	52 ^a	41 ^b	1,9
Fibra detergente neutro	55 ^a	55 ^a	49 ^a	2,1

* peso metabólico (peso vivo^{0.75}); / 1 = média do experimento; / 2 = em % / 3 = 100% feno de Tifton (FT); / 4 = 67% (FT) + 33% RUC; / 5 = 33% (FT) + 67% RUC; / a,b,c = médias seguidas de letras divergentes nas linhas apresentam diferenças estatísticas.

Consumo voluntário

As médias de consumo voluntário (CV) ficaram em 1.090, 1.129 e 737 gMS.dia⁻¹ (EP=66,9) para FT, RUC33 e RUC67, respectivamente. Os dados mostraram uma redução significativa do consumo ($P < 0,05$), quando os animais foram alimentados com RUC67, não se encontrando diferenças notáveis entre o consumo de FT e RUC33.

Provavelmente existiu uma relação entre a diminuição do consumo voluntário nos animais que receberam o RUC67 e as características físicas na digestão da fração fibra do subproduto. Embora não se tenham feito investigações sobre a contaminação microbiana do resíduo ensilado, o comportamento dos animais ao consumirem a silagem não levou à

conclusão de que a diminuição do consumo possa estar relacionada com a baixa qualidade ou com alguma decomposição do resíduo ensilado. Verificou-se que, quando a maior porção da fibra da dieta era de origem do RUC, os animais apresentavam uma mudança no comportamento e passavam a consumir maiores quantidades de feno. E após terem cessado o consumo de todo o feno, passavam a consumir o RUC. Quando o RUC foi oferecido em menores quantidades (RUC33) e a maior parte da fibra da dieta era de origem forrageira, os animais mudavam o comportamento, passando a consumir todo o RUC inicialmente e deixando para consumir o feno quando o resíduo terminava.

A confirmação dessa hipótese pode ser verificada observando-se os valores de PB encon-

trados na análise química das sobras. Os valores de PB eram bem maiores nas sobras do tratamento RUC67, quando comparadas com o tratamento RUC33. A baixa concentração de PB nas sobras vindas do RUC33 mostra que, quando recebiam esse tratamento, os animais consumiam todo o resíduo e deixavam apenas o feno com uma pequena contaminação de RUC nas sobras.

Alguns estudos desenvolvidos com bovinos recebendo o resíduo e cervejaria desidratado mostraram que o aumento nos níveis do resíduo na dieta resultou em um aumento do consumo voluntário dos animais, o que, segundo seus autores, poderia estar relacionado com as menores quantidades de FDN presentes no resíduo (PRESTON et al., 1973; PHIPPS et al., 1995). Entretanto, trabalhos como o de BOVOLenta et al. (1998), nos quais ovinos em crescimento foram alimentados com níveis crescentes do resíduo de cervejaria desidratado (0, 200, 400, 600 e 800 g/kg DM), mostraram um efeito linear negativo no consumo voluntário de MS. TORRENT et al. (1994) também concluíram que o RUC inibiu o consumo voluntário de ovelhas, quando comparado com outros alimentos como o feno de alfafa.

As variações no peso vivo dos animais durante o período experimental estão apresentadas na Tabela 2. Os animais apresentaram perda de peso durante o experimento (-4,4, -2,5 e -3,5 respectivamente para os tratamentos FT, RUC33 e RUC67; EP=2,10), entretanto, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos ($P > 0,05$). A perda de peso dos animais foi atribuída à elevada condição corporal (grande quantidade de gordura acumulada) no início do experimento (73 kg; EP=1,3), pois esses estavam recebendo uma dieta balanceada com concentrado (30%) e forragem verde picada (80%). As dietas experimentais foram formuladas exclusivamente com alimentos fibrosos (feno, RUC e mineral), contribuindo para uma perda de peso em todos os animais, quando esses passaram a ser alimentados nas gaiolas de metabolismo.

Digestibilidade aparente

De acordo com a Tabela 2, RUC33 e RUC67 diferiram quanto à digestibilidade da matéria orgâni-

ca (DMO) ($P < 0,05$). A inclusão do RUC na dieta resultou em um aumento significativo na digestibilidade da PB ($P < 0,05$).

Não se observaram diferenças significativas ($P > 0,05$) para a digestibilidade da FDN, entretanto os valores de digestibilidade da FDA foram menores para o tratamento RUC67, quando comparado com o FT e RUC33 ($P < 0,05$). Os valores encontrados para a digestibilidade da PB podem ser interpretados como um indicativo da manutenção das características nutricionais do RUC ensilado.

A semelhança entre os resultados obtidos na digestibilidade da fração fibra do feno e do RUC33 mostra o potencial de substituição da fibra de origem forrageira pela fibra do subproduto em dietas de ruminantes. Os baixos valores de digestibilidade da FDA para o RUC67 podem estar relacionados com qualidade da fração fibra e as concentrações de celulose e lignina no subproduto ($90 \pm 30,8$ g/kg for WBG). O RUC apresenta grandes quantidades de casca de cevada na sua composição, parte do grão que pode conter elevadas concentrações de lignina indigestível.

Ovinos alimentados com RUC *ad libitum* (TORRENT et al., 1994) apresentaram valores de 600, 640, 579 e 411 g/kg para digestibilidade aparente da MS, MO, FDN e FDA, respectivamente. BOVOLenta et al. (1998) observaram aumento da digestibilidade aparente da MS, MO, PB, EE e FDN, quando forneceram níveis crescentes do resíduo de cervejaria desidratado em dietas de ovinos em crescimento. Possível explicação para tais resultados estaria relacionada à diminuição do consumo voluntário dos animais, quando o subproduto foi oferecido em níveis mais elevados na dieta.

Nitrogênio amoniacal e pH do rúmen

O perfil da concentração de nitrogênio amoniacal no fluido do rúmen dos animais foi similar para os três tratamentos (Figura 1). Os valores médios encontrados em 22 horas de colheita foram 18,9; 27,0 e 29,6 mg/100 mL (EP = 0,99), para os tratamentos FT, RUC33 e RUC67, respectivamente. Observaram-se as maiores concentrações de N-NH₃ após a primeira refeição para todos os tratamentos.

Os valores máximos de N-NH₃ foram observados entre 1½ e 3 horas após o oferecimento das dietas. Os valores de N-NH₃ não foram menores do que 5 mg/100 mL, indicando que todas as dietas ofereceram quantidades mínimas de nitrogênio para a atividade de microrganismos do rúmen.

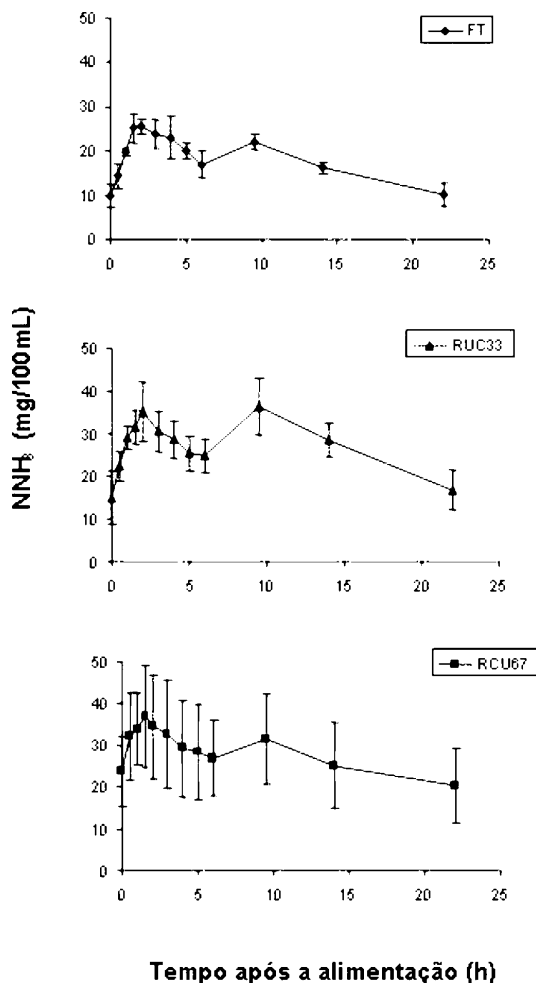


FIGURA 2. Perfil do pH do rúmen para as dietas testadas (FT – 100% feno de Tifton WBG33 – 67% feno de Tifton e 33% resíduo úmido de cervejaria; WBG67 – 33% feno de Tifton e 67% resíduo úmido de cervejaria).

O tratamento FT apresentou os menores valores de N-NH₃ e obtiveram-se os maiores valores para o tratamento RUC67. Estes resultados estão de acordo com as maiores concentrações de PB e os maiores valores de digestibilidade da PB obtidos com a inclusão do resíduo na dieta.

O baixo consumo do RUC67 pode ter influenciado nos valores de N-NH₃ observado em de-

terminados intervalos (9½, 14 e 22 h). Isso pode explicar o motivo pelo qual o RUC33 apresentou maiores valores de N-NH₃ comparado com o RUC67 nesses intervalos.

Embora o RUC67 tenha resultado em uma diminuição do consumo voluntário, as maiores concentrações de N-NH₃ no rúmen dos animais mostram a maior disponibilidade de PB proporcionada pela inclusão do subproduto quando comparado com o FT.

O perfil de N-NH₃ no rúmen dos animais foi semelhante aos encontrados por ABDALLA et al. (1999), quando substituíram silagem de gramíneas por palha tratada com uréia em dietas de vacas leiteiras. ROGERS et al. (1986) obtiveram elevações nas concentrações de N-NH₃ no rúmen de novilhos quando o RUC foi incluído em dietas exclusivas de forrageiras.

As variações de pH no rúmen dos animais durante 22 horas estão representadas na Figura 2. As diferenças de pH encontradas entre os tratamentos foram significativas ($P < 0,05$), sendo os valores médios para FT, RUC33 e RUC67, respectivamente, 6,3; 6,0 e 6,3 (EP = 0,05).

Para o tratamento RUC33, os baixos valores de pH obtidos foram relacionados com o grande consumo do resíduo úmido nas primeiras horas após o fornecimento da refeição matinal e mostram as diferenças entre a digestão da fibra de origem forrageira com a fibra do subproduto, com maior produção de ácido láctico com o consumo do RUC. O tipo de perfil de variação de pH observado para esse tratamento foi muito parecido com o perfil observado quando ruminantes consomem dietas mais ricas em amido na forma de ração concentrada (McALLAN et al., 1994; ABDALLA et al., 1999). Não se observou o mesmo tipo de perfil no caso do FT e do RUC67, em que os valores de pH não sofreram variações após a primeira refeição. Observaram-se quedas mais acentuadas nos valores de pH apenas após a segunda refeição. As variações nos valores de pH do rúmen foram muito similares para o FT e o RUC67 nos intervalos após a primeira refeição, sugerindo um maior consumo de feno pelos animais nos primeiros momentos após o fornecimento da dieta.

O maior conteúdo de carboidratos não-es-

truturais no RUC pode ter sido o responsável pela queda de pH no RUC33. Carboidratos não-estruturais como o amido e os açúcares solúveis contribuem para uma maior produção de ácido propiônico e ácido lático pelos microrganismos do rúmen, resultando em queda do pH (STERN & ZIEMER, 1993). Alguns estudos com RUC encontraram quedas no pH do rúmen de novilhos, atribuindo essa queda a mudanças físicas na digestão da fibra do subproduto, quando comparado com dietas à base de forragens (ROGERS et al., 1986; FIRKINS, 1997; MERTENS, 1997).

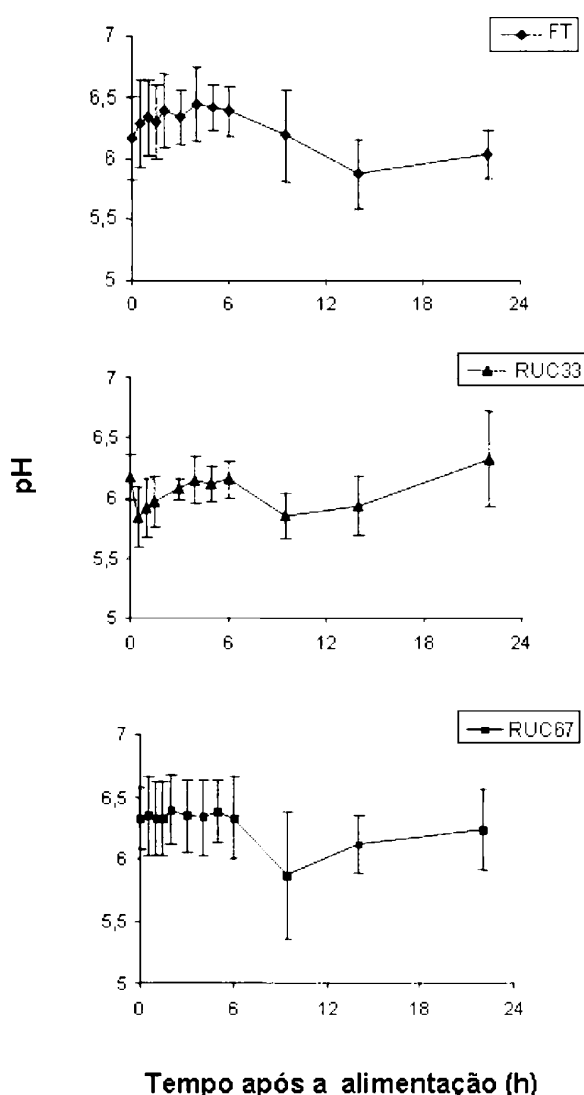


FIGURA 2. Perfil do pH do rúmen para as dietas testadas (FT – 100% feno de Tifton WBG33 – 67% feno de Tifton e 33% resíduo úmido de cervejaria; WBG67 – 33% feno de Tifton e 67% resíduo úmido de cervejaria).

CONCLUSÃO

O RUC é um subproduto agroindustrial muito importante na alimentação de ruminantes, com relativa disponibilidade em regiões onde os sistemas de produção tendem a ser mais intensivos, em virtude do valor das terras, podendo vir a ser um alimento mais econômico do que alguns alimentos volumosos, como o feno, por exemplo.

A inclusão de 33% do RUC ensilado com base na MS melhorou a digestibilidade da dieta, quando comparada com dietas exclusivas de feno, mostrando que esse resíduo é um importante recurso alimentar para ovinos. Os resultados obtidos com o tratamento RUC67 indicaram que elevadas concentrações do RUC ensilado em dietas de ovinos podem resultar em diminuições do consumo voluntário e da digestibilidade aparente da MO, não sendo considerado um bom substituto da fibra de origem forrageira nesses níveis de inclusão.

Embora não se tenham observado no presente estudo indícios de degradação do RUC ensilado que possa ter comprometido sua qualidade nutricional, o estudo sugere novas investigações sobre possíveis degradações da proteína e desenvolvimento de microrganismos indesejáveis na silagem do resíduo.

AGRADECIMENTOS

À Fapesp e ao CNPq, pelo apoio financeiro, assim como às Cervejarias Kaiser Brasil S.A., pela doação de todo o resíduo utilizado no presente trabalho.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, A. L.; SUTTON, R. H.; PHIPPS, D. J.; HUMPHRIES, D. J. Digestion in the rumen of lactating dairy cows given mixtures of urea-treated whole-crop wheat and grass silage. *Animal Science*, v. 69, p. 203-212, 1999.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the AOAC*. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995. v. 1, p. 4/1-4/30.

- BOVOLENTA, S.; PIASENTIER, E.; PERESSON, C.; MALOSSINI, F. 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.; ABDALLA, A. L.; BUENO, I. C. S. Consumo e digestibilidade da matéria seca na substituição de feno de Tifton por resíduo de cervejaria em dietas de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1999. p. 283.
- CABRAL FILHO, S. L. S.; BUENO, I. C. S.; ABDALLA, A. L. Rumen environment modifications in sheep fed with brewers' grain silage in Brazil. In: ANNUAL MEETING OF THE BRITISH SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 2001. York, UK. **Proceedings...** York, 2001. p.108.
- CLARK, J. H.; MURPHY, M. R.; CROOKER, B. A. Supplying the protein needs of dairy cattle from by products feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 70, p. 1092-1109, 1987.
- EASTRINDGE, M. L. Alternative feeds. In: OHIO DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 1991. Wooster, USA. **Proceedings...** Wooster, 1991. p. 49-63.
- FIRKINS, J. L. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1426-1437, 1997.
- McALLAN, A. B.; SUTTON, J. D.; BEEVER, D. E.; NAPPER, D. J. Rumen fermentation characteristics and duodenal nutrients flow in lactating cows receiving two types of grass silage with two levels of concentrate. **Animal Feed Science and Technology**, v. 46, p. 277-291, 1994.
- MEAD, R.; CURNOW, R. N.; HASTED, A. M. **Statistical methods in agriculture and experimental biology**. 2. ed. London: Chapman e Hall, 1993. 415p.
- MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1463-1481, 1997.
- PHIPPS, R. H.; SUTTON, J. D.; JONES, B. A. Forage mixtures for dairy cows: the effect on dry-matter intake and milk production of incorporating either fermented or urea-treated whole-crop wheat, brewer's grain, fodder beet or maize silage into diets based on grass silage. **Animal Science**, v. 61, p. 491-496, 1995.
- PRESTON, R. L.; VANCE, R. D.; CAHILL, V. R. Energy evaluation of brewers grains for growing and finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 37, p. 174-178, 1973.
- ROGERS, J. A.; CONRAD, H. R.; DEHORITY, B. A.; GRUBB, J. A. 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.
- SAS INSTITUTE. **The SAS system for windows**. Release 8.01. Cary, 2000.
- STERN, M. D.; ZIEMER, C.J. Consider value, cost when selecting nonforage fiber. **Feedstuffs**, v. 62, p. 14-21, 1993.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrates and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70. p. 3562-3577, 1992.
- TORRENT, J.; JOHNSON, D. E.; KUJAWA, M. A. Co-product fiber digestibility: kinetic and "in vivo" assessment. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 790-795, 1994.
- VAN SOEST, P.J. Collaborative study of acid-detergent fiber and lignin. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 56, p. 781-784, 1973.

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, p. 3583-3597, 1991.

Protocolado em: 12 dez. 2005. Aceito em: 19 out. 2006.