

Consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com resíduo de cervejaria fermentado

Luiz Juliano Valério Geron^{1*}, Lúcia Maria Zeoula², Jacco Arnoud Erkel³, Ivanor Nunes do Prado⁴, Eder Bublitz² e Odimari Priscila Pires do Prado²

¹Departamento de Zootecnia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Rod. BR 174, Km 209, Cx. Postal 181, 78250-000, Pontes e Lacerda, Mato Grosso, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. ³Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. ⁴Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: ljgeron@yahoo.com.br

RESUMO. Objetivou-se avaliar a inclusão de 0, 5, 10 e 15% do resíduo de cervejaria fermentado (RCF) nas rações de vacas leiteiras sobre o consumo e coeficiente de digestibilidade total (CD) dos nutrientes, produção e qualidade do leite. Foram utilizadas 28 vacas da raça Holandesa, com aproximadamente 101 $\pm$ 21 dias de lactação, e peso corporal médio de 612 $\pm$ 110 kg, alimentadas com silagem de milho, silagem pré-secada de azevém, RCF e concentrado. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. Os dados de consumo e CD dos nutrientes, produção e qualidade do leite foram submetidos à análise de regressão considerando 5% de probabilidade. O consumo de matéria seca (MS) dos animais foi “ad libitum”. Os teores de RCF nas rações não alteraram ($p > 0,05$) o consumo dos nutrientes. Os CD da matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHT), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) não foram influenciados ($p > 0,05$) pelos teores de RCF, contudo, verificou-se efeito linear positivo com relação aos CD da MS, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) em função da inclusão do RCF nas rações. A inclusão do RCF nas rações não influenciou ($p > 0,05$) na produção e qualidade do leite. Conclui-se que o RCF pode ser incluído até 15% nas rações de vacas leiteiras sem alterar o consumo de nutrientes e a produção e qualidade do leite.

Palavras-chave: gordura do leite, proteína não-degradável no rúmen, subproduto da agroindústria.

ABSTRACT. Nutrient intake and digestibility and milk yield of cows fed with fermented brewer's grain. The objective this work was to evaluate the inclusion of 0, 5, 10 and 15% of the fermented brewer's grain (FBG) in diets of dairy cows on intake and total digestibility coefficient (DC) of nutrients, production and milk quality. Twenty-eight Holstein cows were used, with 100 $\pm$ 21 days in milk, and average body weight (BW) of 612 $\pm$ 110 kg, fed with corn silage, ryegrass silage, FBG and concentrate. Intake data and nutrient's DC, production and milk quality were subjected to regression analysis to 5% of probability. The DM intake of animals was *ad libitum*. The FBG inclusion levels in diets did not influence ($p > 0.05$) nutrient intake. The DC of organic matter (OM), total carbohydrates (TCH), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were not influenced by levels of FBG ($p > 0.05$); however, the DC of DM, crude protein (CP) and ether extract (EE) increased linearly ($p < 0.05$) with the levels of inclusion in the diets of the RCF. Inclusion of FBG in diets did not influence ($p > 0.05$) nutrient intake and production and quality of milk. Thus the FBG can be included until 15% in dairy cow diets without changing nutrient intake and production and quality of milk.

Key words: milk fat, rumen undegradable protein, byproduct of agribusiness.

Introdução

A matéria prima utilizada pelas indústrias de cerveja no Brasil é constituída por malte de cevada com a adição de mistura de cereais (principalmente o milho) ou maltose. O processo de fabricação do malte é denominado de maltagem e envolve o controle de umedecimento dos grãos, obtendo-se mudanças químicas e físicas com perdas mínimas de energia pelo processo de respiração (CABRAL FILHO et al., 2007; GERON et al., 2007).

O resíduo de cervejaria úmido (RCU) é um subproduto obtido pelo processo de fabricação de cerveja. O passo inicial envolve a obtenção do malte, ou seja, os grãos de cevada ou de cereais (milho, arroz) são imersos em água morna por algum tempo, e em seguida retira-se a água para que ocorra a germinação dos grãos e a hidrólise do amido em dextrina e maltose. Este processo promove a liquefação e a hidrólise do amido a açúcares, obtendo 65% de extração dos sólidos totais do malte e de 80 a 90% quando se utilizam

misturas de cereais tais como milho e arroz (CABRAL FILHO et al., 2007).

O RCU compõe-se das glumas (invólucro da flor das gramíneas) do malte prensado e de compostos que não chegaram a solubilizar-se durante o processo de fabricação da cerveja (quantidades variáveis de amido e proteína) além de raízes de malte em quantidades variadas (PEREIRA et al., 1999).

Apesar de suas qualidades nutricionais, o RCU apresenta problemas relacionados ao seu alto conteúdo em umidade variando de 70 a 90% (CARDOSO et al., 1982; CLARK et al., 1987; WEST et al., 1994), o que influi negativamente no transporte e armazenamento; portanto, as alternativas para a sua conservação seriam os processos de ensilagem ou de secagem, conforme mencionado por Polan et al. (1985).

Existem algumas pesquisas com a utilização do resíduo de cervejaria desidratado VRCD (ABASIEKONG, 1991; BOVOLENTA et al., 1998), mas para se chegar a este produto deve ocorrer o processo de secagem, agregando custo para o produtor. Deste modo, uma alternativa para a redução do custo seria a utilização do processo de fermentação anaeróbia.

A digestão dos nutrientes é um processo dinâmico, resultante da interação de fatores que depende do animal, da dieta e do ecossistema ruminal, não podendo, dessa forma, ser considerada apenas atributo do alimento (PEREIRA et al., 1999).

A magnitude de fermentação de carboidratos e proteínas no rúmen, segundo Nocek e Russel (1988), é controlada pela taxa de hidrólise da proteína, pela relação da utilização de peptídeos e aminoácidos pelos microrganismos ruminais, pela disponibilidade de carboidrato para fornecer ATP para a síntese de proteína microbiana e pela presença de bactérias metanogênicas a fim de diminuir o excesso de equivalentes redutores.

As diminuições que ocorrem na digestibilidade dos nutrientes são, geralmente, resultantes da competição entre digestão e passagem. Aumento significativo no consumo pode levar à ampliação na taxa de passagem, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes (VAN SOEST, 1994); assim, respostas positivas no consumo estão relacionadas a quedas na digestibilidade da dieta (DETMANN et al., 2001). Portanto, suplementos que agem sobre o consumo e a passagem da dieta podem influir na digestibilidade dos nutrientes.

Desta forma, objetivou-se avaliar a inclusão do resíduo de cervejaria fermentado (RCF) nas rações de vacas leiteiras sobre o consumo e coeficiente de

digestibilidade total (CDT) dos nutrientes, produção e qualidade do leite.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Morro dos Ventos, localizada em Carambeí, Estado do Paraná. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

Foram utilizadas 28 vacas da raça Holandesa, multíparas, com média de 101 ± 21 dias de lactação, com peso corporal médio de 612 ± 110 kg, mantidas confinadas em sistema “free-stall” distribuídas em grupos de sete animais por tratamento. Estes animais foram distribuídos uniformemente nos quatro tratamentos de acordo com a ordem de parto, dias em lactação e produção de leite (média de $28,2 \pm 5,6$ kg dia⁻¹).

O resíduo de cervejaria úmido (RCU) foi obtido da indústria de cerveja localizada no município de Ponta Grossa, Estado do Paraná. Este material foi transportado por caminhões até a Fazenda Morro dos Ventos, Estado do Paraná. O RCU foi acondicionado em silo tipo trincheira (45 toneladas) para conservação e produção do resíduo de cervejaria fermentado (RCF). As dimensões do silo foram de 12 m de comprimento, 4 m de largura e 1,5 m de altura. O silo foi coberto com uma lona plástica, a parte frontal deste foi fechada com tábuas. Foi colocada uma pequena camada de silagem de milho sob o RCU e na parte frontal do silo para evitar a perda de efluentes. O material não sofreu nenhuma compactação adicional pelo seu alto teor de umidade (75,45%).

Os alimentos utilizados para formulação das rações experimentais foram silagem de azevém pré-secada (SAZ), silagem de milho (SMI) e resíduo de cervejaria fermentado (RCF) e dois concentrados comerciais, normalmente utilizados na propriedade, com 15 e 18% de PB e 70% de NDT segundo o fabricante (os concentrados comerciais apresentaram os mesmo ingredientes, com variação apenas no teor de PB). Foram formuladas quatro rações com inclusão de 0, 5, 10 e 15% do RCF na ração total. A relação concentrado:volumoso foi de 55:45. A composição químico-bromatológica dos alimentos está apresentada na Tabela 1.

As rações foram formuladas para serem isoproteicas (15% de PB) e isoenergéticas (70% de NDT), de acordo com o NRC (2001) para vacas leiteiras com 612 kg de peso corporal, produzindo 28 kg de leite dia⁻¹ com 3,0% de teor de gordura no leite. A composição percentual e químico-

bromatológica das rações experimentais está demonstrada na Tabela 2.

Tabela 1. Composição químico bromatológica da silagem de azevém pré secada (SAZ), silagem de milho (SMI), resíduo de cervejaria fermentado (RCF), concentrado[®] com 15% de PB (COQ[®]) e concentrado[®] com 18% PB (COD[®]) expresso em %MS.

Table 1. Chemical composition of ryegrass silage (RYS) corn silage (COS), fermented brewer's grain (FBG), concentrate[®] 15% CP (COF[®]) and concentrate 18% CP (COE[®]) expressed as % DM.

Variáveis Variables	Alimentos Feeds				
	SAZ HYS	SMI COS	RCF WBGF	COQ [®] COF [®]	COD [®] COE [®]
Matéria seca Dry matter	55,31	29,82	24,55	93,15	93,38
Matéria orgânica Organic matter	92,68	96,87	97,64	92,65	91,47
Proteína bruta Crude protein	14,39	8,06	33,34	16,57	18,85
Extrato etéreo Ether extract	2,80	2,63	8,04	3,30	3,58
Carboidrato total Total carbohydrates	75,48	86,18	56,26	72,78	69,04
Carboidrato não estrutural Nonstructural carbohydrates	21,22	36,59	13,48	47,63	44,83
Fibra em detergente neutro Neutral detergent fiber	61,82	53,77	55,17	27,93	26,77
Fibra em detergente ácido Acid detergent fiber	32,62	27,31	24,45	9,56	9,36
Lignina Lignin	6,12	4,43	4,57	3,34	3,64
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro [*] Neutral detergent insoluble nitrogen [*]	36,05	27,18	37,13	11,47	9,37
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido [*] Acid detergent insoluble nitrogen [*]	11,10	18,42	16,59	4,89	3,57
Cinza insolúvel em ácido Acid insoluble ash	2,34	1,95	1,51	1,27	1,26
Cálcio Calcium	0,40	0,32	0,48	1,95	1,95
Fósforo Phosphorus	0,86	0,30	0,74	1,02	0,99
Nutrientes digestíveis totais (NDT) ¹ Total digestible nutrients (TDN) ¹	61,70	67,12	82,04	76,25	75,29

*nutrientes expressos em % do nitrogênio total. NDT¹ estimado pelas equações de Kears (1982) para alimentos volumosos (% NDT = -21,9391 + 1,0538% PB + 0,9736% ENN + 3,0016% EE + 0,4590% FB) e energéticos (% NDT = 40,2625 + 0,1969% PB + 0,4228% ENN + 1,1903% EE + 0,1379% FB).

*nutrientes express in % of total nutrients. TDN estimated by Kears (1982) equation to forage (% TDN = -21,9391 + 1,0538% CP + 0,9736% NNE + 3,0016% EE + 0,4590% CF) and energetic feeds (% TDN = 40,2625 + 0,1969% CP + 0,4228% NNE + 1,1903% EE + 0,1379% CF).

Antes de iniciar o período experimental foi realizada a mensuração do peso corporal dos animais de acordo com a metodologia indicada pela Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), com o intuito de calcular o teor de ingestão de matéria seca e o peso corporal em quilograma metabólico (kg^{-0,75}). O peso corporal das vacas foi mensurado antes da alimentação da manhã, com fita métrica própria, comercializada pela APCBRH.

O fornecimento da alimentação foi realizado para os grupos de sete animais (baia coletiva por tratamento), duas vezes ao dia às 8h e às 20h, imediatamente após as ordenhas. O fornecimento da alimentação foi “ad libitum”, a fim de manter as sobras de alimento na ordem de 10% do total

ofertado; as quais foram pesadas diariamente. Os animais tiveram livre acesso a uma área com sombra, permitindo-se ingestão “ad libitum” da mistura mineral completa.

Tabela 2. Composição percentual e químico-bromatológica das rações experimentais (% na MS).

Table 2. Percentual and chemical composition of experimental rations (% of dry matter).

Alimentos Feeds	Composição percentual das rações Percentual composition of rations			
	Teores de inclusão do RCF nas rações FBG inclusion levels in rations			
	0%	5%	10%	15%
Silagem de azevém Ryegrass silage	20	5	9	0
Silagem de milho Corn silage	25	35	26	35
Resíduo de cervejaria fermentado Fermented brewer's grain	0	5	10	15
Concentrado [®] 15% PB Concentrate [®] 15% CP	0	0	55	50
Concentrado [®] 18% PB Concentrate [®] 18% CP	55	55	0	0
Total Total	100	100	100	100
Variáveis Variables	Composição químico-bromatológico das rações Chemical composition of rations			
Matéria seca (MS) Dry matter	69,88	65,79	66,39	60,67
Matéria orgânica (MO) ¹ Organic matter ¹	93,06	93,73	94,25	94,88
Proteína bruta (PB) ¹ Crude protein ¹	15,26	15,57	15,84	16,11
Extrato etéreo (EE) ¹ Ether extract ¹	3,19	3,43	3,56	3,78
Carboidratos totais (CHT) ¹ Total carbohydrate ¹	74,61	74,72	74,85	74,99
Carboidratos não-estruturais (CNE) ¹ Nonstructural carbohydrates ¹	38,05	39,20	38,97	38,64
Fibra em detergente neutro (FDN) ¹ Neutral detergent fiber ¹	40,53	39,39	40,42	41,06
Fibra em detergente ácido (FDA) ¹ Acid detergent fiber ¹	18,50	17,56	17,74	18,00
Lignina ¹ Lignin ¹	4,34	4,09	4,00	3,91
NIDN (% N total) NDIN (% total N)	16,75	16,80	20,96	22,19
NIDA (% N total) ADIN (% total N)	6,95	8,00	9,65	10,89
Cinzas insolúvel em ácido (CIA) ¹ Acid insoluble ash ¹	1,65	1,57	1,57	1,55
Cálcio (Ca) ¹ calcium ¹	1,23	1,23	1,24	1,16
Fósforo (P) ¹ phosphorus ¹	0,79	0,73	0,79	0,73
Nutrientes digestíveis totais (NDT) ¹ Total digestible nutrients (TDN) ¹	70,53	72,09	73,14	73,92

O período experimental utilizado para a determinação da produção de leite foi de 90 dias com início no dia 2/4/2004 e término no dia 1/7/2004. Foram coletadas amostras a cada 30 dias para a determinação de suas características físico-químicas.

Para o ensaio de digestibilidade, os animais passaram por um período de adaptação de 15 dias e o período de coleta de fezes, sobras e alimentos foi de cinco dias. As coletas de fezes foram realizadas após a ordenha da manhã, 8h, e antes da ordenha da noite, às 20h. Durante o período de coleta também foram

realizadas amostragens dos alimentos e das sobras, os quais foram acondicionados em sacos plásticos e armazenados em congelador a -20°C para posterior análise.

Após secagem em estufa de ventilação forçada de ar (55°C por 72h), as amostras de fezes foram processadas em moinho do tipo Willey (peneira com crivos de 1 mm) e compostas proporcionalmente, com base no peso seco ao ar, por animal/tratamento (0, 5, 10 e 15% de RCF) e armazenadas em frascos de polietileno para posteriores análises.

As amostras dos alimentos (SAZ, SMI, RCF e concentrados[®]), sobras e fezes foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) segundo recomendações descritas em Silva e Queiroz (2002) e a fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1991).

A determinação dos valores de carboidratos totais (CHT) e carboidratos não-estruturais (CNE) dos alimentos foram obtidos pelas equações propostas por Sniffen et al. (1992). O valor de NDT dos alimentos foi estimado pelas equações de Kears (1982), para alimentos volumosos e silagem, energéticos e proteicos. O valor de NDT das rações foi obtido pela equação ($\text{NDT} = \text{PBD} + 2,25 \text{ EED} + \text{CHTD}$) de Sniffen et al. (1992), em que PBD; proteína digestível; EED: extrato etéreo digestível e CHTD: carboidrato total digestível.

Para determinação dos fluxos diários de matéria seca fecal foi utilizado como indicador interno a cinza insolúvel em ácido (CIA) de acordo com a metodologia descrita por Van Keulen e Young (1977).

O coeficiente de digestibilidade total (CD) dos nutrientes das rações experimentais foi calculado de acordo com a fórmula descrita por Silva e Leão (1979). Como os animais foram alojados em baias coletivas, em grupos de sete animais/tratamento, o consumo de MS em kg dia^{-1} foi estimado pela média do grupo, pela estrutura existente na Fazenda Morro dos Ventos. Para o valor de consumo expresso em percentagem do peso corporal (%PC) e gramas por quilo de peso metabólico ($\text{g kg}^{-0,75}$), foram considerados os valores das pesagens individuais dos animais, assim o consumo de MS expresso em %PC e $\text{g MS kg}^{-0,75}$ apresentou sete repetições por tratamento, considerando o peso individual de cada animal em relação ao consumo médio do tratamento. Para a determinação do CD dos nutrientes foi considerado o consumo médio dos animais por tratamento subtraído a quantidade em kg de fezes de cada animal/tratamento obtida por meio da determinação do fluxo de fezes pelo método da CIA (VAN KEULEN; YOUNG, 1977) de cada animal.

O controle leiteiro diário foi realizado durante os 90 dias do período experimental, na ordenha às 8h e às 20h. Foi utilizada uma sala de ordenha mecânica tipo espinha de peixe para a determinação da produção de leite diária de cada animal/tratamento. Para a análise da composição e qualidade do leite, foram coletadas amostras de leite por animal/tratamento compostas de 60% de leite proveniente da ordenha da manhã e 40% de leite da ordenha da tarde. Foi utilizado um copo coletor para a realização das coletas de leite totalizando sete repetições por tratamento no período de 24h. Estas coletas foram realizadas a cada 30 dias, e as amostras de leite de cada animal/tratamento foram acondicionadas em recipientes plásticos com conservante Bronopol[®].

As análises de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, ureia e contagem de células somáticas (CCS) foram realizadas no Centro de Tecnologia para o Gerenciamento da Pecuária de Leite (Clínica do Leite – Esalq – USP, Piracicaba, Estado de São Paulo), segundo métodos descritos pelo IDF (1996).

A determinação dos teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais do leite foram obtidos por meio de um analisador infravermelho – Bentley 2000. Para a determinação das análises de ureia do leite, foi utilizado o método enzimático e colorimétrico (ChemSpec 150 da Bentley Instruments). A CCS foi mensurada por um contador eletrônico (Somacount 500[®], da Bentley Instruments). Também foi determinada a acidez e a densidade do leite, após a ordenha, utilizando-se a solução Dornik e um termolactodensímetro, respectivamente (AOAC, 1984).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com sete animais por teor de inclusão do RCF (0, 5, 10 e 15%) nas rações. Os dados de consumo ($\%$ do peso corporal e $\text{g kg}^{-0,75}$), coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, produção e qualidade do leite foram submetidos à análise de regressão com 5% de probabilidade (SAEG, 1997).

Resultados e discussão

Não houve efeito ($p > 0,05$) da inclusão de 0, 5, 10 e 15% do RCF nas rações sobre o consumo de MS, MO, PB, EE, CHT, FDN e FDA (Tabela 3). West et al. (1994), Belibasakis e Tsirgogianni (1996) e Chiou et al. (1998) utilizaram a inclusão de 30, 16 e 10% do resíduo de cervejaria úmido (RCU), respectivamente, em rações para vacas lactantes e não observaram efeito da inclusão do RCU sobre o consumo de MS. Estes autores observaram variações de 1 a 4% no consumo de MS nas rações com

inclusão de até 30% RCU e sugeriram que essas variações poderiam ocorrer pelo elevado teor de umidade das rações com RCU.

Tabela 3. Consumo médio diário de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato estéreo (EE), carboidratos totais (CHT), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) das rações experimentais.

Table 3. Dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF) acid detergent fiber (ADF) and total carbohydrate (TCH) intake of experimental rations.

Variáveis Variables	Teores de inclusão do RCF nas rações FBG inclusion levels in rations				Equação de regressões Regression equation	CV% CV%
	0%	5%	10%	15%		
Consumo de MS Dry matter intake						
Kg dia ⁻¹	21,0	20,6	20,4	20,9	-	-
kg day ⁻¹						
g kg ^{-0,75}	174,4	168,0	170,6	167,2	$\bar{y} = \hat{y} = 170,1$	8,4
g kg ^{-0,75}						
% PC	3,5	3,4	3,5	3,4	$\bar{y} = \hat{y} = 3,5$	10,9
% BW						
Consumo de MO Organic matter intake						
kg dia ⁻¹	19,6	19,3	19,3	19,8	-	-
kg day ⁻¹						
g kg ^{-0,75}	162,3	157,4	160,9	158,9	$\bar{y} = \hat{y} = 159,9$	8,0
g kg ^{-0,75}						
% PC	3,3	3,2	3,3	3,2	$\bar{y} = \hat{y} = 3,3$	10,2
% BW						
Consumo de PB Crude protein intake						
Kg dia ⁻¹	3,3	3,2	3,2	3,3	-	-
kg day ⁻¹						
g kg ^{-0,75}	27,3	26,0	26,8	26,6	$\bar{y} = \hat{y} = 26,7$	8,0
g kg ^{-0,75}						
% PC	0,6	0,5	0,5	0,5	$\bar{y} = \hat{y} = 0,5$	10,5
% BW						
Consumo de EE Ether extract intake						
kg dia ⁻¹	0,7	0,7	0,7	0,8	-	-
kg day ⁻¹						
g kg ^{-0,75}	5,7	5,7	6,0	6,2	$\bar{y} = \hat{y} = 5,9$	8,4
g kg ^{-0,75}						
% PC	0,1	0,1	0,1	0,1	$\bar{y} = \hat{y} = 0,1$	11,0
% BW						
Consumo de CHT Total carbohydrate intake						
kg dia ⁻¹	15,6	15,3	15,3	15,7	-	-
kg day ⁻¹						
g kg ^{-0,75}	129,3	124,5	128,2	126,2	$\bar{y} = \hat{y} = 127,1$	7,8
g kg ^{-0,75}						
% PC	2,6	2,5	2,6	2,5	$\bar{y} = \hat{y} = 2,6$	11,5
% BW						
Consumo de FDN Neutral detergent fiber intake						
kg dia ⁻¹	8,2	7,4	8,0	8,2	-	-
kg day ⁻¹						
g/kg ^{-0,75}	68,2	60,3	66,4	65,7	$\bar{y} = \hat{y} = 65,2$	8,4
g kg ^{-0,75}						
% PC	1,4	1,2	1,4	1,3	$\bar{y} = \hat{y} = 1,3$	10,6
% BW						
Consumo de FDA Acid detergent fiber intake						
kg dia ⁻¹	3,7	3,2	3,4	3,5	-	-
kg day ⁻¹						
g kg ^{-0,75}	30,4	26,4	28,4	27,8	$\bar{y} = \hat{y} = 28,3$	7,8
g kg ^{-0,75}						
% PC	0,6	0,5	0,6	0,6	$\bar{y} = \hat{y} = 0,6$	12,2
% BW						

Gramas quilograma metabólico⁻¹ (g kg^{-0,75}); %PC: % do peso corporal; CV: coeficiente de variação.
Grams metabolic kilogram⁻¹ (g kg^{-0,75}); %BW: % body weight, CV: coefficient of variation.

Entretanto, Johnson et al. (1987) utilizaram a inclusão de 25% do RCU ou do RCF em rações com 15% de PB para vacas lactantes, observaram diminuição

no consumo de MS para as vacas alimentadas com RCF e relataram que esta diminuição no consumo de MS poderia ser pelo maior teor de NIDN (10,6% do N total) na ração com RCF em relação à ração com RCU (8,7% do N total), o qual diminuiu o nitrogênio solúvel em água. Entretanto, este efeito do teor de NIDN sobre o consumo não foi observado no presente trabalho, mesmo com diferença de 24,5% no teor de NIDN entre a ração com 0 e 15% de RCF e também não foi observado efeito significativo do teor de MS, mesmo com uma variação em torno de 10% entre as rações sobre o consumo de MS.

O valor de consumo de extrato etéreo em g kg^{-0,75} para ração com 0% do RCF apresentou variação de 8% a menos em relação à ração com 15% de RCF. Esta amplitude no consumo de EE (g kg^{-0,75}) entre as rações com 0 e 15% de RCF pode ser pelo maior teor de EE da ração total (3,78% na MS) para a ração com 15% do RCF em relação as demais rações.

Os coeficientes de digestibilidade total (CD) dos nutrientes estão demonstrados na Tabela 4. Não houve efeito ($p > 0,05$) da inclusão do RCF nas rações sobre o CDMO, CDCHT, CDFDN e CDFDA. Entretanto, foi observado efeito linear positivo ($p < 0,05$) com a inclusão do RCF nas rações sobre o CDMS, CDPB e CDEE (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade total (CD) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato estéreo (EE), carboidratos totais (CHT), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) das rações experimentais e coeficientes de variação (CV).

Table 4. Total digestibility coefficients (DC) of the dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), total carbohydrate (TCH), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) of the experimental rations and coefficients of variation (CV).

Variáveis <i>Variables</i>	Teores de inclusão do RCF nas rações experimentais <i>FBG inclusion levels in rations</i>				Equação de regressões <i>Regression equation</i>	CV% <i>CV%</i>
	0%	5%	10%	15%		
	Coeficiente de digestibilidade total (CD) <i>Total digestibility coefficient (DC)</i>					
CDMS	72,8	74,8	73,8	77,3	¹	3,7
DCDM						
CDMO	74,5	76,1	75,5	78,4	$\bar{y} = \hat{y} = 76,1$	3,7
DCOM						
CDPB	72,4	75,5	74,6	78,8	²	4,3
DCCP						
CDEE	83,9	87,4	90,1	92,1	³	3,0
DCEE						
CDCHT	74,5	75,54	75,1	77,6	$\bar{y} = \hat{y} = 75,7$	4,0
DCTCH						
CDFDN	61,5	63,5	61,3	65,2	$\bar{y} = \hat{y} = 62,9$	6,7
DCNDF						
CDFDA	51,7	52,6	51,6	55,2	$\bar{y} = \hat{y} = 52,8$	8,3
DCADF						

¹Y = 72,8121 + 0,2485X; R² = 0,20

²Y = 72,5808 + 0,364825X; R² = 0,30

³Y = 84,2891 + 0,541984X; R² = 0,62

X = teor de inclusão do RCF.

X = FBG inclusion levels.

O aumento no CDMS ocorrido com a inclusão do RCF nas rações pode ter sido influenciado pela

variação na composição percentual dos alimentos volumosos nas rações. A ração com a inclusão de 15% de RCF apresentou maior proporção de silagem de milho e menor proporção de silagem de azevém pré-secada em relação às demais rações (Tabela 2). Provavelmente, os maiores teores de CHT e CNE e os menores teores de FDN, FDA e lignina da silagem de milho (Tabela 1) em relação à silagem de azevém pré-secada e a adição do RCF podem ter contribuído para o maior CDMS dessa ração. Rogers et al. (1986) avaliaram a inclusão de 22 e 40% de RCU ou resíduo de cervejaria desidratado (RCD) na alimentação de vacas lactantes não observaram diferença ($p > 0,05$) no CDMS, com valor médio de 69,0% para a ração com RCU.

A inclusão do RCF influenciou ($p < 0,05$) de maneira linear crescente o CDPB nas rações de vacas leiteiras. Entretanto, estudo realizado por Geron et al. (2007), para avaliar a caracterização, degradabilidade e digestão “in vitro” do RCF demonstrou alto teor de PNDR (54,3% na PB) e esta foi de alta digestibilidade intestinal (79,7%). Da mesma forma, Cabral Filho et al. (2007) obtiveram maior CDPB ($p < 0,05$) com o aumento dos teores de inclusão do RCF nas rações de ovinos. Segundo Geron et al. (2007), a avaliação do resíduo de cervejaria úmido (RCU) e do resíduo de cervejaria fermentados (RCF) com relação ao fracionamento proteico, degradabilidade ruminal e digestão “in vitro”, não alterou a qualidade nutritiva do RCF em relação ao RCU. Entretanto, Geron et al. (2008) avaliaram a inclusão de 0, 8, 16 e 24% do RCF na alimentação de novilhos da raça Holandesa e não observaram diferença ($p > 0,05$) sobre o CDPB. Desta maneira, o efeito linear crescente ($p < 0,05$) do CDPB observado no presente estudo pode estar relacionado ao efeito associativo positivo e a melhor sincronização entre os ingredientes.

O aumento linear ($p < 0,05$) no CDEE com a inclusão do RCF pode estar associado ao aumento no teor de EE das rações que variaram de 3,2 a 3,8% na MS com a inclusão do RCF nas rações ou estar associado aos componentes do EE, provenientes da silagem de milho e do RCF.

A produção e os parâmetros de qualidade do leite estão demonstrados na Tabela 5. A produção de leite (PL) em kg dia⁻¹ não apresentou diferença ($p > 0,05$) com a inclusão de 0, 5, 10 e 15% de RCF na ração de vacas lactantes, esse resultado pode ter sido influenciado pelo maior teor de PNDR originado do RCF, mas que ainda assim não atendeu o maior aporte de metionina e lisina no intestino delgado o qual poderia influenciar na maior PL, segundo Belibasakis e Tsirgogianni (1996) e Chiou et al. (1998).

Estudos realizados por Johnson et al. (1987) e West et al. (1994) não demonstraram efeito ($p > 0,05$) da inclusão do RCU, RCD e RCF nas rações de vacas lactantes sobre a PL (kg dia⁻¹), porém concluíram que o menor consumo de MS das rações com um desses alimentos poderia estar influenciando a PL, o que não foi observado no presente estudo.

Tabela 5. Produção de leite (PL), produção de leite corrigido para 4% de gordura (PLC), gordura, densidade, proteína, lactose, sólidos totais, nitrogênio ureico, acidez e contagem de células somáticas (CCS) do leite em função dos teores 0, 5, 10 e 15% de inclusão do RCF.

Table 5. Milk production (MP), milk production corrected for 4% of fat (CMP), total fat, density, protein, lactose, solids, urea nitrogen, acidity and counting of somatic cells (CSC) of milk in function of FBG inclusion levels 0, 5, 10 and 15%.

Variáveis Variables	Teores de inclusão do RCF nas rações experimentais FBG inclusion levels in rations				Equação de regressões Regression equation	CV% CV%
	0%	5%	10%	15%		
PL (kg dia ⁻¹)	27,8	28,4	27,6	29,5	$\bar{y} = \hat{y} = 28,3$	28,3
MP (kg day ⁻¹)						
PLC (kg dia ⁻¹)	25,0	23,3	22,2	24,6	$\bar{y} = \hat{y} = 24,0$	24,1
CMP (kg day ⁻¹)						
Gordura (%)	3,4	2,8	2,7	2,9	$\bar{y} = \hat{y} = 3,0$	23,1
Fat (%)						
Gordura (g dia ⁻¹)	921	799	743	851	$\bar{y} = \hat{y} = 829$	21,3
Fat (g day ⁻¹)						
Densidade	1,03	1,03	1,03	1,03	$\bar{y} = \hat{y} = 1,03$	1,0
Density						
Proteína (%)	2,9	2,8	3,0	2,9	$\bar{y} = \hat{y} = 2,9$	6,0
Protein (%)						
Proteína (g dia ⁻¹)	790	791	814	851	$\bar{y} = \hat{y} = 813$	10,0
Protein (g day ⁻¹)						
Lactose (%)	4,6	4,6	4,5	4,5	$\bar{y} = \hat{y} = 4,6$	3,3
Lactose (%)						
Sólidos totais (%)	11,9	11,5	11,2	11,3	$\bar{y} = \hat{y} = 11,5$	8,3
Solids (%)						
Nitrogênio ureico (mg dL ⁻¹)	9,9	10,5	12,3	11,7	$\bar{y} = \hat{y} = 11,1$	19,4
urea nitrogen (mg dL ⁻¹)						
Acidez (°D)	18,2	17,4	17,8	18,1	$\bar{y} = \hat{y} = 17,9$	6,5
Acidity (°D)						
CCS (x1000 células mL de leite ⁻¹)	143,1	245,2	393,4	225,0	$\bar{y} = \hat{y} = 251,7$	78,9
CSC (1000 cells mL milk ⁻¹)						

Entretanto, Polan et al. (1985), Belibasakis e Tsirgogianni (1996) e Chiou et al. (1998) observaram que vacas alimentadas com RCU apresentaram maior ($p < 0,05$) PL em kg dia⁻¹. Estes autores concluíram que o RCU é uma boa fonte de PNDR, uma vez que este é rico em metionina e lisina em relação à PNDR do farelo de soja (CLARK et al., 1987), podendo aumentar a PL. Segundo, Clark (1975), a metionina e a lisina são aminoácidos limitantes da síntese do leite. Belibasakis e Tsirgogianni (1996) e Chiou et al. (1998) também verificaram que o aumento na PL de vacas alimentadas com RCU pode ter sido influenciado pela PNDR do RCU o qual melhorou o balanço energético pela diminuição do excesso de amônia ruminal.

Outro fator que pode ter influenciado os resultados obtidos para a PL é o teor médio de PB de

15,70% na MS das rações. Estudos indicam que valores abaixo de 2,8% de proteína do leite (AQUINO et al., 2007; ZAMBOM et al., 2007) podem indicar carência de PB na ração e consequentemente interferir nos dados de PL em kg dia⁻¹. Outra variável que corrobora com estas observações é a concentração média de nitrogênio ureico no leite de 11,1 mg dL⁻¹ para as diferentes rações no presente estudo, e a variação normal é de 12-18 mg dL⁻¹ preconizada para vacas em lactação (JOBIM; SANTOS, 2000; TORRENT, 2000; AQUINO et al., 2007), uma vez que o nitrogênio ureico no leite, constitui importante medida indireta para determinação da eficiência de utilização do nitrogênio pelo ruminante (DEPETERS; FERGUNSON, 1992) e, neste caso, o valor médio de nitrogênio ureico do leite de 11,1 mg dL⁻¹ nas rações indica que pode ter ocorrido carência de PB na ração total.

A inclusão de 0, 5, 10 e 15% de RCF nas rações de vacas lactantes não afetou ($p > 0,05$) o teor de gordura do leite, mesmo o RCF sendo uma fonte rica em ácidos graxos poli-insaturados (GERON et al., 2007). O teor de EE das rações não foi superior a 3,78% na MS o que pode ter contribuído para a obtenção dos valores observados no teor de gordura do leite. Além disso, esse resultado no teor de gordura do leite pode ter sido influenciado pela PL, uma vez que quando há uma variação crescente na PL pode ocorrer consequentemente menor concentração por mililitro de seus constituintes (SANTOS et al., 2009). Desta maneira, como não houve efeito ($p > 0,05$) da inclusão do RCF sobre a PL, a ausência de efeito dos tratamentos sobre o percentual de gordura era esperado.

Estudo realizado por Eifert et al. (2006) indicou que dietas ricas em carboidratos de rápida fermentação ruminal favorecem o desenvolvimento de bactérias envolvidas na formação do ácido graxo *trans*- 10 C_{18:1}, o qual promove diminuição nas enzimas fundamentais na síntese de AG *de novo* na glândula mamária. Entretanto, os autores relataram que animais com alta produção de leite, em decorrência do maior consumo e, consequentemente, da maior taxa de passagem da digesta, poderão não apresentar esta resposta na diminuição do teor de gordura do leite pelos isômeros do ácido linoleico conjugado (CLA) não serem sintetizados na mesma velocidade da taxa de passagem da digesta.

O valor médio 251,6 mil células somáticas mL⁻¹ de leite ficou próximo da faixa-padrão de qualidade do leite, sem preocupação direta em relação a perdas de produção de leite, pois segundo Müller (2002), o leite obtido de quartos mamários de animais sadios contém de 50 a 200 mil células mL⁻¹.

Conclusão

A inclusão de até 15% do resíduo de cervejaria fermentado nas rações de vacas em lactação é favorável, por aumentar o coeficiente de digestibilidade total da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo e não alterar o consumo de nutrientes e a produção e qualidade do leite.

Referências

- ABASIEKONG, S. F. Effects of fermentation on crude protein content of brewers dried grains and spent sorghum grains. **Bioresource Technology**, v. 35, n. 11, p. 99-102, 1991.
- AOAC-Association of Official Agriculture Chemists. **Official methods of analysis**. 11 ed. Washington D.C., 1984.
- AQUINO, A. A.; BOTARO, B. G.; IKEDA, F. S.; RODRIGUES, P. H. M.; MARTINS, M. F.; SANTOS, M. V. Efeito de níveis crescentes de ureia na dieta de vacas em lactação sobre a produção e a composição físico-química do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 881-887, 2007.
- BELIBASAKIS, N. G.; TSIRGOGIANNI, D. Effects of wet brewers grains on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows in hot weather. **Animal Feed Science Technology**, n. 57, n. 3, p. 175-181, 1996.
- BOVOLENTA, S.; PIASENTIER, E.; PERESSON, C. The utilization of diets containing increasing levels of dried brewers' grains by growing lambs. **Animal Science**, v. 66, n. 3, 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, n. 1, p. 65-73, 2007.
- CARDOSO, R. M.; SILVA, J. F. C.; MOTTA, V. A. Produção de leite de vacas alimentadas com silagem de sorgo suplementada com polpa úmida de cevada. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 11, n. 1, p. 38-45, 1982.
- CHIOU, P. W. S.; CHEN, C. R.; CHEN, K. J. Wet brewers' grains or bean curd pomace as partial replacement of soybean meal for lactating cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 74, n. 2, p. 123-134, 1998.
- CLARK, J. H. Lactational responses to post ruminal administration of protein and amino acids. **Journal of Dairy Science**, v. 58, n. 8, p. 1178-1197, 1975.
- CLARK, J. H.; MURPHY, M. R.; CROOKER, B. A. Supplying the protein needs of dairy cattle from by-product feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 70, n. 5, p. 1092-1109, 1987.
- DEPETERS, E. J.; FERGUNSON, J. D. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 11, p. 3192-3209, 1992.
- DETMANN, E.; CECON, P. R.; PAULINO, M. F. Estimativa de parâmetros da cinética de trânsito de

- partículas em bovinos sob pastejo por diferentes sequências amostrais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 222-230, 2001.
- EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; LANA, D. P. D.; TEIXEIRA, M. A.; ARCURI, P. B.; LEÃO, M. I.; OLIVEIRA, M. V. M.; VALADARES FILHO, S. C. Perfil de ácidos graxos e conteúdo de ácidos linoléico conjugado no leite de vacas alimentadas com a combinação de óleo de soja e fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1829-1837, 2006.
- GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; ERKE, J. A.; PRADO, O. P. P.; JACOBI, G. 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 Sciences**, v. 29, n. 3, p. 291-299, 2007.
- GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; ERKE, J. A.; PRADO, I. N.; JONKER, R. C.; GUIMARÃES, K. C. Coeficiente de digestibilidade e características ruminais de bovinos alimentados com rações contendo resíduo de cervejaria fermentado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 9, p. 1685-1695, 2008.
- IDF-International Dairy Federation. **Inventory of IDF/ISO/AOAC international adopted methods of analysis and sampling for milk and milk products**. 5. ed. Belgium (Brussels): Diamant building, 1996.
- JOBIM, C. C.; SANTOS, G. T. Influência da qualidade de forragens conservadas sobre a qualidade do leite de vacas. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE, 2., 2000, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2000. p. 1-9.
- JOHNSON, C. O. L. E.; HUBER, J. T.; KING, K. J. Storage and utilization of brewers wet grains in diet 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.
- MÜLLER, E. E., Qualidade do leite, células somáticas e prevenção da mastite. In: SIMPOSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2., 2002, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2002. p. 206-217.
- NOCEK, J. E.; RUSSEL, J. B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 7, n. 10, p. 2070-2107, 1988.
- NRC-National Research Council. **Committee on animal nutrition**. Nutrient Requirements of Dairy cattle. 7th ed. revised. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001.
- PEREIRA, J. C.; GONZÁLEZ, J.; OLIVEIRA, R. L. Cinética de degradação ruminal do bagaço de cevada submetido a diferentes temperaturas de secagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 1125-1132, 1999.
- POLAN, C. E.; HERRINGTON, W. A.; WARK, W. A. Milk production response to diets supplemented with dried grains, wet brewers grains, or soybean meal. **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 8, p. 2016-2026, 1985.
- ROGERS, J. A.; CONRAD, H. R.; DEHORITY, B. A. Microbial numbers, rumen fermentation and nitrogen utilization of steers fed wet or dried brewers' grains. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n. 3, p. 745-753, 1986.
- SAEG-Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas. **Manual do usuário**. Viçosa: UFV, 1997.
- SANTOS, A. D. F.; TORRES, C. A. A.; RENNÓ, F. P.; DRUMOND, M. R. S.; FREITAS JÚNIOR, J. E. Utilização de óleo de soja em rações para vacas leiteiras no período de transição: consumo, produção e composição química do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1363-1374, 2009.
- SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. 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.
- TORRENT, J. Nitrogênio uréico no leite e qualidade do leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 2., 2000, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa, 2000. p. 98.
- VAN KEULEN, J.; YOUNG, B. A. Evaluation of acid-insoluble ash as a marker in ruminant digestibility studies. **Journal of Dairy Science**, v. 44, n. 2, p. 283-287, 1977.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2th ed. London: Constock Publishing Associates, 1994.
- 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.
- WEST, J. W.; ELY, L. O.; MARTIN, S. A. Wet brewers grain for lactin dairy cows during hot, umid weather. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 2, p. 196-204, 1994.
- ZAMBOM, M. A.; ALCALDE, C. R.; HASHIMOTO, J. H.; MACEDO, F. A. F.; PASSIANOTO, G. O.; LIMA, L. S. Parâmetros digestivos, produção e qualidade do leite de cabras saanen recebendo rações com casca de grão de soja em substituição ao milho. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 3, p. 309-316, 2007.

Received on May 7, 2009.

Accepted on October 21, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.