

SUBSTITUIÇÃO DE FONTE DE AMIDO POR FIBRA SOLÚVEL EM DETERGENTE NEUTRO NA DIETA DE VACAS

SUBSTITUTION OF STARCH SOURCES BY SOLUBLE NEUTRAL DETERGENT FIBER IN DAIRY COWS DIET

Paulo Cesar Moreira^{1*}
Ronaldo Braga Reis²
Daniel Staciarini Corrêa³
Verônica Christiane de Melo Silva⁴
Roberto de Camargo Wascheck⁵
Júlio Roquete Cardoso¹

¹Departamento de Morfologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO, Brasil.

²Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil.

⁴Médica Veterinária Autônoma. Goiânia, GO, Brasil.

⁵Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, GO, Brasil.

*Autor para correspondência - paulocesar.8888@gmail.com

Resumo

Conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos da substituição do milho por polpa cítrica sobre o desempenho de vacas leiteiras. Utilizaram-se nove vacas (três canuladas no rúmen) da raça Holandesa, pluríparas, com 80 ± 24 dias de lactação e produção média diária de $20 \pm 0,58$ kg de leite. Os animais foram confinados em *tie stall*, com cocho e bebedouro individuais. Utilizou-se um quadrado latino 3 x 3. Os períodos experimentais tiveram duração de 21 dias, sendo 14 de adaptação e sete de coleta. Os tratamentos foram constituídos de 100% milho grão (MG), 50% milho grão e 50% polpa cítrica (MP) e 100% polpa cítrica (PC). Não houve diferenças significativas na ingestão dos nutrientes (MS, MO, FDN, FDA, PB, amido) entre dietas. O tratamento com polpa cítrica produziu maior proporção de acetato em relação aos demais, bem como maior relação acetato/propionato. As médias de pH situaram-se entre 5,86 e 7,35. As médias de N-NH₃ apresentaram maiores diferenças nos tempos 2 e 3 horas pós-alimentação. Não houve diferenças entre as dietas para produção total de leite corrigido para 4% de gordura, proteína, lactose, extrato seco total (EST) e nitrogênio uréico do leite (NUL).

Palavras-chave: ingestão de nutrientes; milho grão; polpa cítrica; vacas leiteiras.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the effects of replacing corn grain by citrus pulp on dairy cows performance. Nine Holstein cows (three cannulated in the rumen), at 80 ± 24 milking days, and daily medium production of 20 ± 0.58 kg/day were used. Animals were maintained in tie stall with individual feeder and drinker. Experimental design was a 3 x 3 Latin square. Experiment lasted 21 days, being 14 days of adaptation and seven of collection. Treatments were 100% corn grain (CG); 50% corn grain and 50% citric pulp (CG-P) or 100% citrus pulp (P). There were no differences in nutrients (DM, OM, NDF, ADF, CP, starch) ingestion among diets. The treatment with citrus pulp produced larger proportion of acetate in relation to the others, as well as larger acetate/propionate ratio. The pH averages ranged between 5.86 and 7.35. The averages of N-NH₃ presented larger differences in the times 2 and 3 hours after feeding. There were no differences among the diets for total 4%-fat corrected milk production, protein, lactose, total dry extract (TDE) and milk urea nitrogen

(MUN).

Keywords: citrus pulp; corn grain; cows in milk; ingestion of nutritious.

Enviado em 20 março 2012

Aceito em 16 março 2016

Introdução

As forrageiras tropicais, devido ao seu potencial produtivo, são capazes de sustentar altas produções de leite por área, porém, devido ao valor nutricional, não são capazes de sustentar, sozinhas, altas produções individuais. Isso faz com que haja a necessidade do uso de fontes energéticas que possam melhorar a qualidade da dieta. É crescente a utilização de alimentos nutritivos para valorização das forrageiras no Brasil. Um desses é a polpa cítrica desidratada, que compreende o resíduo composto por cascas, sementes e polpa obtidas durante a extração do suco de laranja e limão. Ao ser seca e peletizada, ela pode ser armazenada por um período de até quatro meses⁽¹⁾.

A polpa cítrica possui em torno de 80% de nutrientes digestíveis totais (NDT)⁽²⁾. Como sua parede celular é altamente degradável e com grande proporção de pectina, o produto final da fermentação é o ácido acético. Além do alto teor de carboidratos solúveis e da parede celular altamente digestível, a polpa cítrica apresenta em sua composição 25% de pectina, um carboidrato estrutural quase totalmente (90-100%) degradável no rúmen⁽³⁾.

A degradação de alimentos ricos em pectina, comparada à de alimentos ricos em amido, promove maior proporção da relação dos ácidos acético:propiónico e mínima produção de ácido láctico, além de manter o pH em níveis mais estáveis⁽³⁾. Segundo Porcionato et al.⁽⁴⁾, a polpa de citrus aumenta os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de carboidratos não fibrosos na alimentação de vacas leiteiras e seus reflexos sobre o consumo e a digestibilidade, parâmetros de fermentação ruminal, produção e composição do leite.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Zootecnia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás), em Goiânia-GO, e no Laboratório de Bromatologia da Escola de Veterinária da UFMG entre os meses de julho e setembro 2005.

Para ensilagem, a forragem de sorgo híbrido forrageiro Agrocerec Volumax[®] foi picada em partículas com 2,5 cm. O resíduo da indústria de milho verde, utilizado como parte do volumoso, consistiu de resíduo do aproveitamento do grão do milho verde para consumo humano, constituído pelas sobras de palha, sabugo e grãos refugados, após pré-cozimento para debulha dos grãos, na proporção de 0,10 kg de milho em grão para 100 kg de palha e sabugo, sem trituração, e imediatamente ensilado.

Como volumoso, utilizaram-se silagem de sorgo (65%) e silagem de resíduo de milho (35%). Utilizaram-se sementes do sorgo híbrido forrageiro Agrocerec Volumax[®], plantadas numa área de 3,5 hectares, com espaçamento de 0,5 m entre linhas, com 14 sementes por metro linear. O material foi picado em picadeira, calibrada para tamanhos de partícula de 2,5 cm. O resíduo da indústria de milho verde utilizado como parte do volumoso foi adquirido junto à firma Kero Alimentos[®]. O mesmo foi armazenado em silos tipo superfície, como recebido da indústria, e cobertos com lona de polietileno de 400 micras (400 μ).

Foram utilizadas nove vacas da raça Holandês, pluríparas, com 80 ± 24 dias de lactação e produção média diária de $20 \pm 0,58$ kg de leite/vaca/dia, no início do experimento. Três destas vacas eram canuladas no rúmen. Os animais foram mantidos em confinamento tipo *tie stall*, com cocho para alimentação e bebedouro individualizados. Adotou-se o delineamento em quadrado latino 3 x 3, sendo três animais, três dietas e três períodos experimentais. Os períodos experimentais tiveram duração de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação e sete de coleta.

As médias obtidas para consumo, digestibilidade, produção e composição do leite foram avaliadas em quadrado latino. As médias obtidas para AGV (ácidos graxos voláteis) e N-NH₃ foram analisadas por quadrado latino com parcelas subdivididas.

Forneceu-se silagem de sorgo e silagem de resíduo da indústria de milho como alimento volumoso, com suplementação de concentrados, ajustados semanalmente de acordo com o peso vivo e a produção individual. A relação volumoso:concentrado da dieta foi mantida em 59:41 (Tabela 1). Os animais tiveram acesso à suplementação mineral e água *ad libitum*⁽²⁾. As dietas, isoproteicas, consistiram na substituição do grão de milho pela polpa cítrica triturada, sendo: volumoso mais concentrado à base de grão de milho (MG); volumoso mais concentrado à base de grão de milho e de polpa cítrica, em proporções iguais (MP); volumoso mais concentrado à base de polpa cítrica (PC) (Tabela 1). Os alimentos foram homogeneizados manualmente, nos cochos, antes do fornecimento aos animais. As rações foram fornecidas em duas refeições, às 8 e às 18 horas, em quantidade suficiente para restar 10% de sobras.

As análises químicas dos componentes da dieta foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da PUC/GO. Os alimentos foram analisados quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e amido, seguindo os procedimentos padrões da Association of Official Analytical Chemists⁽⁵⁾, fibra solúvel em detergente neutro (FDN) e fibra solúvel em detergente ácido (FDA)⁽⁶⁾. Semanalmente, determinou-se a MS do volumoso. As amostras dos alimentos oferecidos e das sobras foram coletadas do 15º ao 21º dia de cada período, acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posteriores análises químicas.

As análises dos componentes do leite foram realizadas no Centro de Pesquisas de Alimentos (CPA), da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, determinadas por espectrometria de infravermelho em aparelho B2300 Combi® (Bentley). A densidade das amostras foi determinada pela leitura direta em um termolactodensímetro. As análises de nitrogênio ureico no leite foram realizadas no Laboratório de Fisiologia da Lactação da Clínica do Leite, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba-SP, utilizando-se aparelho Chemspec150® (Bentley Instruments). As análises dos ácidos graxos voláteis, nitrogênio amoniacal e marcadores externos foram realizadas no Laboratório de Nutrição do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG, pela espectrometria de absorção atômica em espectrofotômetro Perkin Elmer 3110®, e por análise de cromatografia gasosa em aparelho Shimadzu GC-17 A®, respectivamente.

Para cálculo da digestibilidade aparente, utilizou-se a coleta total de fezes por cinco dias consecutivos, do 14º ao 19º dia de cada período experimental, sendo as fezes coletadas diretamente do piso de concreto do *tie stall*, armazenadas em containers plásticos e pesadas ao final do período^(7,8). Durante as coletas, procurou-se evitar a mistura das fezes com urina no piso do *tie stall*. Para análise laboratorial, as fezes foram coletadas diretamente na ampola retal dos nove animais, com luvas plásticas descartáveis, a intervalos de 12 horas, às 6 e 18 h, 9 e 21 h, 12 e 24 h, 15 e 03 h, 18 e 6 h, sempre atrasando 3 horas, em quatro dias seguidos, a partir do 18º dia do período experimental. Após a pré-secagem as amostras foram moídas em peneira com malhas de 1 mm, perfazendo uma amostra composta por animal no período, sendo submetidas a análises de MS, FDA, FDN, PB, EE e MM. Os CNF foram obtidos por diferença (CNF = 100 - (FDN + PB + EE + Cinzas)⁽⁹⁾.

De cada ordenha individual coletaram-se 30 mL de leite, homogeneizados em frascos com tampa de baquelita, esterilizados e com conservante Bronopol® (2-bromo-2-nitropropano-1, 3-diol), sendo o material enviado imediatamente ao laboratório onde se determinaram as percentagens de extrato seco total, gordura, lactose e proteína, pelo método de leitura por infravermelho, com análise automatizada em aparelho Milco Scan 104, Foss Electric®.

As análises de nitrogênio ureico do leite (NUL) foram realizadas por colorimetria enzimática, em equipamento ChemSpeck 150® (Bentley Instruments, Chaska, MN). A produção total de leite foi aferida em quatro ordenhas consecutivas, nas manhãs e tardes do 18º e 19º dias de cada período experimental, pesando-se individualmente as produções de cada animal em balanças digitais. A produção total de cada animal no período foi corrigida para 4% de gordura, calculado como: (0,4 x peso do leite) + (15 x peso da gordura)⁽¹⁰⁾.

As médias foram comparadas por contrastes ortogonais com utilização do SAS⁽¹¹⁾, adotando-se um nível de significância de 5% (P ≤ 0,05).

Tabela 1: Proporção e composição química dos ingredientes e das dietas experimentais

Ingredientes (%MS)	MG¹	MP	PC
Silagem de sorgo	31,7	32,0	31,7
Silagem de resíduo de milho	20,9	20,6	20,9
Milho em grão	22,54	11,33	-
Polpa cítrica	-	11,28	21,33
Farelo de soja	22,54	22,61	24,14
Fosbovi 20® ²	-	0,56	0,56
Bovigold® ³	0,61	-	-
Bicarbonato de sódio	0,56	0,56	0,56
Sal branco comum	0,32	0,28	0,28
Calcário calcítico	0,33	-	-
Nutriente (%MS)	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
MS	33,38	33,15	34,88
PB	16,7	16,9	16,8
EE	2,30	2,34	2,20
FDN	46	45	45
FDA	26	26	26
CNF	43,39	44,29	44,53
Ca	1,27	1,27	1,21
P	0,34	0,27	0,26

¹MG = grão de milho (100%). MP = grão de milho (50%) + polpa cítrica (50%). PC = polpa cítrica (100%). MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; Ca = cálcio; P = fósforo; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não fibrosos.

²Fosbovi 20® = Ca-107 g/kg; P-88 g/kg; S-12 g/kg; Na-126 g/kg; Co-55,6 mg/kg; Cu-1.530 mg/kg; Fe-1.800 mg/kg; I-75 mg/kg; Mn-1.300 mg/kg; Se-15 mg/kg; Zn-3.630 mg/kg; F-880 mg/kg;

³Bovigold®: Ca-190 g/kg; P-60 g/kg; S-20 g/kg; Mg-20 g/kg; K-35 g/kg; Na-70 g/kg; Co-15 mg/kg; Cu-700 mg/kg; Cr-10 mg/kg; Fe-700 mg/kg; I-40 mg/kg; Mn-1.600 mg/kg; Se-19 mg/kg; Zn-2.500 mg/kg; F-600 mg/kg; Vit. A-200.000 UI/kg; Vit. D3-50.000 UI/kg; Vit. E-1.500 UI/kg.

Resultados e discussão

Não houve efeito ($P \geq 0,05$) nos consumos de matéria seca (CMS), de proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), carboidratos não-fibrosos (CCNF), consumo de MS em percentagem do peso vivo (PPVCMS) e consumo de FDN em percentagem do peso vivo das dietas oferecidas aos animais (PPVCFDN), nos períodos experimentais (Tabela 2). Esses resultados concordam com os resultados de Salvador et al.⁽¹²⁾, que não observaram diferenças no consumo de MS com inclusão de polpa cítrica na dieta.

Tabela 2: Consumo dos nutrientes (kg/dia) por vacas da raça Holandês em lactação alimentadas com dietas de polpa cítrica em substituição do milho

Nutrientes	Tratamentos				Valor de P		
	MG	MP	PC	EP	MG vs MP	MG vs PC	MP vs PC
CMS	16,14	16,39	17,17	2,66	0,6120	0,5735	0,5553
CFDN	7,54	7,91	8,04	1,02	0,8411	0,3387	0,7911
CFDA	3,74	4,19	4,29	0,63	0,4698	0,1054	0,7412
CPB	2,57	2,31	2,41	0,39	0,4701	0,2388	0,5946
CCNF	4,29	4,24	4,61	0,21	0,3233	0,4282	0,1200
PPVCMS	2,53	2,48	2,58	0,43	0,8001	0,9915	0,6343
PPVCFDN	1,26	1,28	1,41	0,22	0,5142	0,4093	0,2615

MG = grão de milho triturado (100%). MP = grão de milho triturado (50%) + polpa cítrica (50%); PC = polpa cítrica (100%). CMS = consumo de matéria seca; CPB = consumo de proteína bruta; CFDN = consumo de fibra em detergente neutro; CFDA = consumo de fibra em detergente ácido; CCNF = consumo de carboidratos não-fibrosos; PPVCMS = consumo de MS em percentagem do peso vivo; PPVCFDN = consumo de FDN em percentagem do peso vivo; Valor de P = nível de significância. EP = erro padrão da média.

A Tabela 3 apresenta os coeficientes médios de digestibilidade dos nutrientes das dietas.

Tabela 3: Digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas por vacas holandesas em lactação alimentadas com dietas com polpa cítrica em substituição ao milho

Dieta	DMO	DMS	DFDN	DFDA	DCNF
MG	69,90	67,17	54,06	51,59	81,36
MP	67,18	63,98	57,81	54,43	78,59
PC	70,50	67,24	59,29	54,69	84,45
Contrastes	Valor de P				
MG vs MP	0,5912	0,4280	0,0912	0,4039	0,9755
MG vs PC	0,8507	0,1586	0,6001	0,1285	0,7758
MP vs PC	0,1760	0,1768	0,5873	0,5850	0,1164

DMO = digestibilidade da matéria orgânica; DMS = digestibilidade da matéria seca; DFDN = digestibilidade da fibra em detergente neutro; DFDA = digestibilidade da fibra em detergente ácido; DCNF = digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos; MG = milho grão triturado (100%); MP = milho grão triturado (50%) + polpa cítrica (50%); PC = polpa cítrica (100%).

Não houve diferença ($P \geq 0,05$) para a digestibilidade dos nutrientes das dietas com inclusão de níveis crescentes de polpa cítrica em substituição ao milho grão triturado (Tabela 3). Os resultados aproximam-se dos obtidos por Assis et al.⁽¹³⁾, que não obtiveram diferença para digestibilidade dos nutrientes com inclusão de polpa cítrica em substituição a até 100% do grão de milho em dietas para vacas em lactação. Também se assemelham aos resultados obtidos por Miron et al.⁽¹⁴⁾ para digestibilidade de dietas para vacas em lactação com substituição do grão de milho por polpa cítrica, podendo-se inferir que a digestibilidade mais alta das dietas com polpa cítrica em relação às dietas com níveis mais altos de milho seria em consequência da alta digestibilidade dos carboidratos presentes na polpa. É possível que fatores associados à palatabilidade da polpa cítrica tenham influenciado nessa digestibilidade.

Não houve diferença ($P \geq 0,05$) para a digestibilidade dos nutrientes das dietas com inclusão de níveis crescentes de polpa cítrica em substituição ao milho grão triturado (Tabela 3).

Os resultados aproximam-se dos obtidos por Assis et al.⁽¹³⁾, que não obtiveram diferença para digestibilidade dos nutrientes com inclusão de polpa cítrica em substituição a até 100% do grão de milho em dietas para vacas em lactação. Também se assemelham aos resultados obtidos por Miron et al.⁽¹⁴⁾ para digestibilidade de dietas para vacas em lactação com substituição do grão de milho por polpa cítrica, podendo-se inferir que a digestibilidade mais alta das dietas com polpa cítrica em relação às dietas com níveis mais altos de milho seria em consequência da alta digestibilidade dos carboidratos presentes na polpa. É possível que fatores associados à palatabilidade da polpa cítrica tenham influenciado nessa digestibilidade.

A inclusão de polpa cítrica na dieta em substituição ao grão de milho triturado não influenciou ($P > 0,480$) a produção total de leite corrigido para 4% de gordura, nem os percentuais de proteína, lactose, extrato seco total e gordura do leite (Tabela 4). O possível efeito associativo de milho com polpa cítrica no rúmen pode ter capturado mais nitrogênio.

Tabela 4: Produção e composição do leite e produção de leite corrigido para 4% de gordura de vacas holandesas em lactação com polpa cítrica em substituição parcial ou total do milho na porção concentrada da dieta

	Tratamentos				Contraste	
	MG	MP	PC	EP	Linear	Quadrático
P. Leite 4% gord. (kg/d)	20,72	20,55	20,25	0,58	> 0,373	> 0,480
Gordura (%)	4,34	4,02	3,96	0,15	> 0,122	> 0,349
Proteína (%)	3,55	3,36	3,33	0,08	> 0,191	> 0,244
EST (%)	13,29	12,92	12,83	0,17	> 0,138	> 0,345
Lactose (%)	4,63	4,62	4,50	0,05	> 0,184	> 0,274
NUL (mg/dl)	17,07	15,84	16,84	0,59	> 0,438	> 0,195

MG = milho grão triturado (100%). MP = milho grão triturado (50%) + polpa cítrica (50%); PC = polpa cítrica (100%). NUL = nitrogênio uréico do leite, EST = extrato seco total; P. Leite 4% gord. = produção de leite corrigido para 4% de gordura; EP = erro padrão da média; p valor = nível de significância.

Quando da substituição parcial ou total de milho seco por polpa de citrus sobre a produção e a composição do leite de vacas, não foi detectada diferença na produção de leite total, de leite corrigido para gordura e para sólidos entre tratamentos. Vacas que receberam polpa de citrus tiveram maior porcentagem de gordura no leite⁽¹⁵⁾.

A substituição total de milho por polpa cítrica reduziu o teor e a produção de proteína no leite ($P < 0,03$) e não afetou a secreção de gordura⁽¹²⁾. Garcia et al.⁽¹⁵⁾ e Santos et al.⁽¹⁶⁾ também relataram aumento da produção de leite corrigido para gordura com a inclusão de polpa cítrica na dieta.

Pedroso et al.⁽¹⁷⁾ avaliaram substituição do milho moído por farelo de glúten de milho para vacas em lactação alimentadas com ração completa contendo silagem de milho como volumoso principal e polpa cítrica como parte da fonte energética e verificaram que a produção de leite, a produção de leite corrigida, o teor de gordura e o teor de sólidos totais não foram afetados pela substituição do milho moído por farelo de glúten de milho. Os resultados obtidos para produção total de leite corrigidos para 4% de gordura, bem como os percentuais de proteína, lactose, extrato seco total e gordura do leite assemelham-se aos descritos por Pedroso et al.⁽¹⁷⁾, que, ao substituírem o milho grão triturado

pela polpa cítrica, não encontraram diferenças significativas na produção de leite ou nos teores de gordura, proteína e lactose.

Hall et al.⁽¹⁸⁾, avaliando carboidratos na dieta de vacas leiteiras, relataram que animais que consumiram polpa cítrica tiveram percentual de gordura de leite maior em relação a vacas que consumiram milho moído, mas tiveram menor percentual de proteína e nitrogênio ureico do leite. Neste estudo, porém, a gordura do leite não aumentou com a substituição do milho grão por polpa cítrica na dieta.

Costa et al.⁽¹⁹⁾ avaliaram o desempenho de vacas leiteiras que consumiram polpa cítrica e dois teores dietéticos de silagem de grão úmido de milho. O teor de polpa cítrica na dieta foi de 16,2% ou 25,6%, com alto e baixo milho, respectivamente. Alto milho diminuiu o teor de gordura do leite e aumentou o teor de proteína.

As médias aferidas no presente trabalho para composição do leite estão dentro dos parâmetros verificados por Broderick⁽²⁰⁾ e Hristov et al.⁽²¹⁾.

De acordo com Stoop et al.⁽²²⁾ e Miglior et al.⁽²³⁾, a correlação fenotípica de NUL com cada uma das características de produção de leite é baixa e esses autores sugerem que seus valores podem ser influenciados tanto pelo manejo do rebanho, quanto pela seleção genética. No presente trabalho, não foram constatadas alterações ($p > 0,195$) nos teores de NUL para as diferentes proporções de polpa cítrica na dieta, sugerindo que a inclusão de proporções mais elevadas de carboidratos prontamente fermentáveis na dieta não influencia a concentração de nitrogênio ureico do leite.

A Tabela 5 apresenta os resultados para pH do líquido ruminal em função das dietas.

Tabela 5: Valores para pH do líquido ruminal de vacas holandesas em lactação com polpa cítrica em substituição ao grão de milho na dieta

Tempo (h)	Tratamentos					
	MG	S	MP	S	PC	S
0	7,21	0,54	7,26	0,219	7,05	0,13
2	6,49	0,30	6,73	0,40	6,82	0,36
3	6,16	0,19	6,25	0,17	6,43	0,38
6	6,14	0,31	6,12	0,09	6,23	0,56
9	6,42	0,47	6,48	0,60	6,50	0,42
12	6,23	0,42	5,96	0,33	6,21	0,84
14	6,01	0,08	5,76	0,33	6,06	0,21
15	6,03	0,16	6,20	0,15	6,16	0,32
18	6,37	0,31	6,40	0,39	6,44	0,52
24	6,54	0,43	6,76	0,13	6,80	0,43

MG = grão de milho triturado (100%). MP = grão de milho triturado (50%) + polpa cítrica (50%); PC = polpa cítrica (100%). s = desvio padrão.

As médias para o pH do fluido ruminal, nos diferentes tempos, situaram-se entre 5,86 e 7,35, valores que permitem atividade regular de bactérias fibrolíticas e manutenção da degradação da fibra. Esses resultados são similares aos obtidos por Burke et al.⁽²⁴⁾ com polpa de beterraba, com concentração de carboidratos solúveis semelhantes à desta pesquisa.

O pH do líquido ruminal aumentou gradativamente à medida que se aproximou do tempo pré-alimentar (0 h) ou do tempo final de coleta (24 h). A redução do pH pode estar associada à presença de matéria orgânica rapidamente fermentável. Esses resultados se assemelham aos resultados obtidos por Assis et al.⁽²⁵⁾, em estudo com derivados de citrus.

O teor de N-NH₃ apresentou diferenças nos tempos equivalentes a 2 e 3 horas pós-alimentação em relação às demais médias (Tabela 6). O aumento das concentrações de N-NH₃ nestes tempos evidenciam degradação rápida das dietas, notadamente pelos teores de carboidratos solúveis dos

concentrados e pela pronta degradabilidade da pectina, favorecendo a digestibilidade da dieta. Nesse período, as médias estavam acima de 23 mg/100 mL, parâmetro considerado ótimos para a atividade fermentativa máxima ruminal.

Teores elevados de amido na dieta podem predispor um pH ruminal crítico para a degradação de fibra no rúmen. A fração fibrosa da polpa cítrica apresenta elevada digestibilidade ruminal. A substituição de parte do amido por polpa cítrica peletizada permite elevar o teor de fibra na dieta e manter adequada disponibilidade de carboidrato degradável no rúmen.

Tabela 6: Concentrações de N-NH₃ (mg/100 mL) do líquido ruminal de vacas holandesas em lactação com polpa cítrica em substituição parcial ou total do milho na porção concentrada da dieta em função do tempo pós-alimentação (horas pós-alimentação)

Tempo pós-alimentação	Tratamentos		
	MG	MP	PC
0	14,46	15,51	16,10
2	25,43	25,43	23,56
3	20,30	26,83	24,50
6	13,30	11,20	12,09
9	14,90	14,00	14,00
12	17,50	14,00	15,63
14	10,87	10,03	9,33
15	13,30	12,60	10,50
18	10,96	9,80	9,33
24	20,06	17,03	13,30

MG = milho grão triturado (100%). MP = milho grão triturado (50%) + polpa cítrica (50%) PC= polpa cítrica (100%). N-NH₃ = nitrogênio amoniacal.

Os tratamentos não influenciaram a concentração de AGV's totais ou a relação acetato/propionato (Tabela 7). Em termos absolutos esta relação foi maior para a dieta com 100% de polpa cítrica (média de 1,39), seguida pelo tratamento com 50% de polpa cítrica e 50% de milho grão (média de 1,24) e milho grão triturado (média de 1,13). Apesar da rápida fermentação da polpa cítrica no rúmen e do seu potencial de proporcionar uma maior energia fermentável para aumentar a produção de proteína microbiana, alimentando açúcares em lugar de fontes de amido na dieta, ela não diminui o pH ruminal ou melhora a eficiência de utilização de nitrogênio, bem como a produção de proteínas do leite em vacas leiteiras⁽²⁶⁾. Os resultados assemelham-se aos obtidos por Salvador et al.⁽¹²⁾, que não encontraram alterações nas taxas de AGV's, ou na relação acetato/propionato, quando da substituição total do milho pela polpa cítrica na dieta de vacas leiteiras.

O aumento dos valores médios de pH à medida que se aproximou o período pré-alimentar dos animais sugere a absorção do conjunto de ácidos graxos produzidos. Como os valores médios estavam dentro dos parâmetros que favorecem a atividade ótima da microbiota ruminal, essa variável não interferiu na digestão da dieta.

A maior produção de acetato e maior relação acetato/propionato quando do fornecimento de dieta com 100% de polpa cítrica reforça a maior produção de acetato quando da degradação da pectina, enquanto a degradação do amido dos grãos resulta em maior proporção de propionato⁽²⁷⁾.

O padrão de fermentação não se deu pelo tipo de carboidrato utilizado na porção concentrada da dieta. A manutenção da proporção molar dos AGV's obtida no trabalho sugere que os fatores intrínsecos ruminais como o pH e as concentrações de N-NH₃ não influenciaram a microbiota, permitindo a utilização dos nutrientes de maneira similar dentro dos tratamentos. Isso se reflete na similaridade dos coeficientes de digestibilidade das dietas e no desempenho dos animais quanto à produção e composição do leite

Tabela 7: Concentração de AGV's totais e relação acetato/propionato (mMol/100mL) aferida do líquido ruminal de vacas holandesas em lactação com polpa cítrica em substituição parcial ou total do milho na porção concentrada da dieta em função do tempo pós-alimentação (horas pós-alimentação)

Tempo	Tratamentos					
	MG		MP		PC	
	AGV's totais	Acet./prop.	AGV's totais	Acet./prop.	AGV's totais	Acet./prop.
0	6,15	0,89	5,98	1,48	7,79	1,21
2	6,47	0,99	7,71	1,27	7,47	1,69
3	10,56	1,05	9,18	1,21	8,79	1,06
6	9,63	1,06	5,17	1,37	8,62	1,50
9	6,41	1,73	7,35	1,18	10,95	1,39
12	9,83	1,00	9,25	1,16	6,53	1,28
14	8,85	1,02	8,37	1,15	9,04	1,38
15	8,77	1,06	8,98	1,13	8,42	1,48
18	7,66	1,26	8,99	1,33	6,29	1,39
24	7,86	1,27	8,69	1,14	5,74	1,54

MG = milho grão triturado (100%). MP = milho grão triturado (50%) + polpa cítrica (50%); PC= polpa cítrica (100%). AGV's totais = concentração total de ácidos graxos voláteis; Acet./prop.= relação acetato/propionato.

Conclusões

Vacas leiteiras da raça Holandês com nível de produção de leite de 20 kg/dia, em média, podem ser alimentadas com dietas com polpa cítrica em substituição de 50 a 100% do grão de milho, uma vez que a produção e a composição do leite se mostraram semelhantes quando da variação das dietas. A inclusão de polpa cítrica na dieta de vacas leiteiras em substituição ao milho grão triturado, em 50 ou 100%, não promove alterações nos parâmetros de fermentação ruminal e no consumo de nutrientes.

Referências

- Rodrigues PHM, Lobo JR, Silva EJA, Borges LFO, Meyer PM, Demarchi JJAA. Efeito da inclusão de polpa cítrica peletizada na confecção de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). R. Bras. Zootec. 2007;36(6):1751-1760. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000800007>. Acesso em janeiro de 2014.
- National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. Washington: National Academy Press, 2001. 408p.
- Nogueira KA, Valinote AC, Nogueira Filho JCM, Leme PR, Silva SL. Substituição do milho pela polpa de citrus em dietas com alta proporção de concentrado sobre a degradabilidade e cinética ruminal. Acta Sci. Anim. Sci. 2009;31(2):155-60. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v31i2.5403>. Acesso em outubro de 2013.
- Porcionato MAF, Berchielli TT, Franco GL, Andrade P, Silveira RN, Soares WVB. Digestibilidade, degradabilidade e concentração amoniacal no rúmen de bovinos alimentados com polpa cítrica peletizada normal ou queimada. R. Bras. Zootec. 2004;33(1):258-266. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000100030>.

5. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 19th Edition Washington: AOAC; 2012.
6. Berchielli TT, Andrade P, Furlan CL. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. R. Bras. Zootec. 2000;29(3):830-833. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n3/5830.pdf>. Acesso em novembro de 2013.
7. Mizubuti IY, Ribeiro ELA, Rocha MA, Silva LDF, Pinto AP, Fernandes WC, Rolim MA. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho (*Zea mays L.*), Sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*) e girassol (*Helianthus annuus L.*). R. Bras. Zootec. 2002;31(1):267-272. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000100029>. Acesso em fevereiro de 2014.
8. Silva HGO, Pires AJV, Silva FF, Veloso CM, Carvalho GGP, Cezário AS, Santos CC. Digestibilidade aparente de dietas contendo farelo de cacau ou torta de dendê em cabras lactantes. Pesq. Agropec. Bras. 2005;40(4):405-411. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2005000400013>. Acesso em março de 2014.
9. Zambom MA, Santos GT, Modesto EC, Alcalde CR, Gonçalves GD, Silva DC, Silva KT, Faustino JO. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. Acta Scientiarum Maringá. 2001;23(4):937-943. Disponível em: <http://revistas.bvs-vet.org.br/actascianimsci/article/viewFile/10550/11296>. Acesso em junho de 2014.
10. Zanela MB, Fischer V, Ribeiro MER, Stumpf Junior W, Zanela C, Marques LT, Martins PRG. Qualidade do leite em sistemas de produção na região Sul do Rio Grande do Sul. Pesq. Agropec. Bras. 2006;41(1):153-159. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/118434/1/41n01a21.pdf>. Acesso em abril de 2014.
11. Nesi CN, Garcia AAF. Decomposição ortogonal de graus de liberdade de tratamentos utilizando variáveis auxiliares e o PROC GLM do SAS. Bragantia. 2005;64(1):157-167. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052005000100017>. Acesso em abril de 2014.
12. Salvador SC, Pereira MN, Santos JF, Melo LQ, Chaves ML. Resposta de vacas leiteiras à substituição total de milho por polpa cítrica e à suplementação com microminerais orgânicos I: Consumo e digestão. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2008;60(3):682-90. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352008000300024>. Acesso em dezembro de 2013.
13. Assis AJ, Campos JMS, Valadares Filho SC, Queiroz AC, Lana RP, Euclides RF, et al. Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação. 1. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite. Rev Bras Zootec. 2004;33(1):242-50. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000100028>. Acesso em março de 2014.
14. Miron J, Yosef E, Ben-Ghedalia D, Chase LE, Bauman DE, Solomon R, et al. Digestibility by dairy cows of monosaccharide constituents in total mixed rations containing citrus pulp. J Dairy Sci. 2002;85(1):89-94.
15. García GAG, Reis RB, Pereira ABD, Saturnino HM, Coelho SG. Produção e composição do leite de vacas em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) suplementado com diferentes fontes de carboidratos. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2010;62(4):875-882. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000400017>. Acesso em maio de 2014.
16. Santos FAP, Carmo CA, Martinez JC, Pires AV, Bittar CMM. Desempenho de vacas em lactação recebendo dietas com diferentes teores de amido total, acrescidas ou não de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*). R. Bras. Zootec. 2006;35(4):1568-1575. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000500040>. Acesso em abril de 2014.
17. Pedroso AM, Santos FAP, Bittar CMM. Substituição do milho em grão por farelo de glúten de milho na ração de vacas em lactação em confinamento. R. Bras. Zootec. 2009;38(8):1614-1619. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000800028>. Acesso em janeiro de 2015.
18. Hall MB, Larson CC, Wilcox CJ. Carbohydrate source and protein degradability alter lactation, ruminal,

and blood measures. *J. Dairy Sci.* 2010;93(1):311-322.

19. Costa FMJ, Dias Júnior GS, Zacaroni OF, Santos JF, Pereira RAN, Pereira MN. Silagem de grãos úmidos de milho de textura dura ou macia em dietas com polpa cítrica para vacas em lactação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2014; 66(9):203-210. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352014000100028>. Acesso em outubro de 2014.

20. Broderick GA. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 2003;86(4):1370-1381.

21. Hristov AN, Ropp JK, Grande KL, Abedi S, Etter RP, Melgar A, et al. Effect of carbohydrate source on ammonia utilization in lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.*, 2005;83(2):408-21.

22. Stoop WM, Bovenhuis H, van Arendonk JAM. Genetic parameters for milk urea nitrogen in relation to milk production traits. *J Dairy Sci.* 2007; 90(4):1981–1986.

23. Miglior F, Sewalem A, Jamrozik J, Bohmanova J, Lefebvre DM, Moore RK. Genetic analysis of milk urea nitrogen and lactose and their relationships with other production traits in canadian holstein cattle. *J Dairy Sci.* 2007;90(5):2468–2479.

24. Burke F, O'Donovan MA, Murphy J.J, O'Mara FP, Mulligan FJ. Effect of pasture allowance and supplementation with maize silage and concentrates differing in crude protein concentration on milk production and nitrogen excretion by dairy cows. *Livestock Science.* 2008;114(2-3):325–335.

25. Assis AJ, Campos JMS, Queiroz AC, Valadares Filho SC, Euclides RF, Lana RP, et al. Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação. 2. Digestibilidade dos nutrientes em dois períodos de coleta de fezes, pH e nitrogênio amoniacal do líquido ruminal. *Ver. Bras. Zootec.* 2004;33(1):251-257. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000100029>. Acesso em junho de 2014.

26. Oba M. Review: Effects of feeding sugars on productivity of lactating dairy cows. *Canadian J Anim. Sci.* 2011; 91(1): 37-46.

27. Nussio CMB, Santos FAP, Pires AV, Simas JMC, Zopollatto M. Fontes de amido de diferentes degradabilidades e sua substituição parcial por polpa de citrus em dietas para vacas leiteiras. *Acta Scientiarum Maringá.* 2002; 24(4):1079-1086. Disponível em: <http://revistas.bvs-vet.org.br/actascianimsci/article/viewFile/10604/11350>. Acesso em maio de 2014.