

## Resposta de vacas leiteiras à substituição total de milho por polpa cítrica e à suplementação com microminerais orgânicos II: Desempenho e economia

[Response of lactating cows to the total replacement of corn by citrus pulp and to the supplementation of organic trace minerals II: Performance and savings]

S.C. Salvador, M.N. Pereira\*, J.F. Santos, L.Q. Melo, M.L. Chaves

Departamento de Zootecnia - UFLA  
Caixa Postal 3037  
37200-000 – Lavras, MG

### RESUMO

Avaliaram-se o desempenho e a eficiência financeira de vacas leiteiras alimentadas com dietas com substituição total de milho por polpa cítrica. O teor dietético do milho foi 10% e o de polpa 24% nos tratamentos com milho, e o de polpa foi 33% nas dietas exclusivas com polpa. A substituição total das fontes inorgânicas Cu, Mn, Se, Zn e Cr por fontes orgânicas foi avaliada simultaneamente. As quatro dietas geradas por arranjo fatorial dos dois fatores foram fornecidas a 16 vacas em Quadrado Latino 4x4. As produções de leite foram 27,5kg para vacas alimentadas com polpa e 28,4kg para aquelas que receberam milho ( $P=0,04$ ). 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 ( $P>0,24$ ). Dietas formuladas exclusivamente com polpa cítrica podem ser indicadas quando o pagamento do leite for baseado apenas no volume. A inclusão de milho pode aumentar a renda bruta subtraída do custo alimentar quando a produção de sólidos for valorizada.

Palavras-chave: bovino, amido, pectina, produção de leite, custo alimentar

### ABSTRACT

*The performance and financial efficiency of dairy cows fed diets formulated by total replacement of corn by citrus pulp was evaluated. Treatments with corn contained 10% corn and 24% citrus pulp while citrus diets contained 33% citrus pulp. The complete replacement of inorganic sources of Cu, Mn, Se, Zn, and Cr by organic sources was simultaneously evaluated. The four diets generated by the factorial arrangement of the two factors were fed to 16 cows in 4x4 Latin Squares. Means of milk production were 27.5kg and 28.4kg for cows fed citrus pulp and corn ( $P=0.04$ ) diets, respectively. The complete replacement of corn by citrus pulp decreased milk protein production and content ( $P<0.03$ ) and had no effect on milk fat ( $P>0.24$ ). Diets formulated exclusively with citrus pulp may be recommended when milk payment is based exclusively on volume, but the inclusion of corn may increase income over feed cost when milk solids are valued.*

Keywords: bovine, starch, milk production, feed cost

### INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de polpa cítrica. Converter polpa em leite é vantajoso para as indústrias da laranja e do leite.

A transformação da pectina e da fibra da polpa cítrica em leite, por não representar uma competição por alimento com outros animais

não-ruminantes, incluindo o homem, é biologicamente eficiente. Substituir milho por polpa também pode trazer impacto financeiro aos sistemas de produção de leite.

Esse subproduto da indústria de suco de laranja apresenta custo histórico inferior ao milho. Entre janeiro de 2003 e novembro de 2005, a polpa cítrica foi, em média, 15% mais barata que o milho. Nesse período, a polpa chegou a custar,

---

Recebido em 6 de julho de 2007

Aceito em 4 de agosto de 2008

\*Autor para correspondência (corresponding author)

Email: mpereira@ufla.br

no máximo, 95% do preço do milho, em maio de 2003, e, no mínimo, 57%, em janeiro de 2003<sup>1</sup>.

A digestão ruminal dos carboidratos fibrosos e não fibrosos na polpa cítrica difere da digestão do amido em potencial de síntese de proteína microbiana (Dusková e Marounek, 2001; Hall e Herejk, 2001), logo a substituição total de milho por polpa pode afetar negativamente o desempenho de vacas leiteiras de alta produção, principalmente a produção de proteína no leite (Leiva et al., 2000; Solomon et al., 2000; Broderick et al., 2002).

Com a adoção de sistemas de pagamento de leite por qualidade no Brasil, avaliar a resposta em sólidos no leite à variação no perfil de carboidratos da dieta é pertinente. A substituição total de milho por polpa cítrica requer avaliação do seu efeito sobre o desempenho e a eficiência financeira de vacas leiteiras.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da substituição total de milho maduro moído fino por polpa cítrica peletizada em uma dieta-controle contendo milho e polpa como concentrados energéticos e silagem de milho como forrageira sobre o desempenho de vacas leiteiras e sobre a eficiência financeira de vacas leiteiras. Concomitantemente, foi avaliada a substituição total de fontes inorgânicas de Cu, Mn, Se, Zn e Cr por fontes orgânicas destes minerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

Dezesseis vacas da raça Holandesa em lactação receberam quatro tratamentos formados por um arranjo fatorial 2x2 duas fontes de carboidrato do concentrado e dois tipos da mistura mineral. Em uma dieta, o único concentrado energético foi a polpa cítrica, 33% da matéria seca total, enquanto a dieta-controle continha 10% de milho maduro finamente moído e 24% de polpa cítrica. Simultaneamente, fontes inorgânicas de Cu, Mn, Se, Zn e Cr foram totalmente substituídas por fontes orgânicas<sup>2</sup>. Os animais receberam os tratamentos em quadrado latino 4x4, com períodos de 21 dias. A composição das dietas, o

manejo alimentar e o delineamento experimental foram relatados por Salvador et al. (2008).

As vacas foram ordenhadas duas vezes por dia, e a produção de leite foi acompanhada por seis ordenhas consecutivas, entre os dias 16 e 18 de cada período experimental. Amostras de leite foram coletadas em frascos contendo 2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol e mantidas sob refrigeração, por no máximo, quatro dias. As análises de gordura, proteína, lactose foram realizadas por infravermelho<sup>3</sup>. A secreção diária de energia líquida no leite (ELI leite) foi estimada a partir dos teores de gordura, proteína e lactose (Nutrient..., 2001). A eficiência alimentar (Eficiência) foi calculada dividindo a ELI leite pelo consumo de matéria orgânica digestível (Salvador et al., 2008). O peso vivo e a condição corporal (CC) foram mensurados no dia 21 de cada período. A CC foi avaliada em escala de 1 a 5, de magra a gorda (Wildman et al., 1982).

A concentração de derivados de purinas na urina foi mensurada apenas nas quatro vacas com cânula ruminal que compunham o quadrado latino. Uma amostra de urina foi coletada em cada um de quatro períodos de seis horas, nos dias 16 a 19 de cada período, atrasando o início da coleta seis horas a cada novo dia. Ao volume de urina coletado foram imediatamente adicionados 10% de uma solução de ácido sulfúrico a 10%. A amostra foi armazenada a 4°C. Uma amostra composta foi formada para cada vaca no final de cada período experimental. As amostras compostas foram diluídas com água destilada na proporção 1:3 (urina:água) e congeladas a -20°C até a realização das análises de alantoína, ácido úrico e creatinina. Para a análise de alantoína, o procedimento adotado foi semelhante ao de Chen e Gomes (1995). Para as análises de ácido úrico e creatinina, foram utilizados *kits* de análise laboratorial<sup>4</sup>.

Para a análise financeira, foram considerados os parâmetros de remuneração por qualidade do serviço ao produtor de leite DPA<sup>5</sup>. Nessa análise,

<sup>1</sup>Nogueira, M.P. Evolução dos preços do leite, farelo de soja, farelo de algodão e polpa cítrica. 01/02/2006. <<http://www.scotconsultoria.com.br/>>.

<sup>2</sup>Tortuga Cia Zootécnica Agrária - São Paulo, Brasil.

<sup>3</sup>Laboratório de qualidade do leite Prof. José de Alencar, Embrapa CNPGL - Juiz de Fora, Brasil.

<sup>4</sup>Labtest Diagnóstica S.A. (Cat. 73-4/30 para ácido úrico e Cat. 35-100 para creatinina) - Lagoa Santa, Brasil.

<sup>5</sup>Dairy Partners Américas - <[http://www.dpamericas.com.br/SPLDPA\\_pagamentodeleite.aspx](http://www.dpamericas.com.br/SPLDPA_pagamentodeleite.aspx)>.

foram comparadas as duas dietas com 10% de milho (MO e MI) às duas dietas formuladas exclusivamente com polpa cítrica (PO e PI). O preço base do leite, R\$ 0,6000/l, assumiu que as dietas formuladas exclusivamente com polpa (polpa) seriam representativas de uma fazenda que produziu 2000 litros de leite por dia, e as dietas com algum milho (milho) teriam remuneração no valor básico equivalente à variação relativa às dietas polpa no volume diário de produção [2000 x (produção de leite nas dietas milho/produção de leite nas dietas polpa)]. Ao preço base do leite foram acrescidos os adicionais decorrentes dos teores de proteína e de gordura e da CCS, mensurados experimentalmente, e o adicional decorrente da contagem microbiana, assumido como 10.000UFC/ml<sup>-1</sup>.

O custo por kg de matéria seca (MS) de dieta foi calculado a partir da composição das dietas em ingredientes (Salvador et al., 2008) e dos seguintes preços por kg de matéria natural: silagem de milho (35% de MS) R\$ 0,05/kg; soja grão crua (89,5% de MS) R\$ 0,64; uréia (100% de MS) R\$ 0,90; farelo de soja (87% de MS) R\$ 0,61; milho maduro moído (87,3% de MS) R\$ 0,30; mistura de minerais e vitaminas (100% de MS) R\$1,00; e bicarbonato de sódio (100% de MS) R\$ 1,00. O custo por kg de MS das dietas foi simulado com preços da polpa cítrica (90,2% de MS) variando de R\$ 0,05/kg a R\$ 0,30/kg. O custo alimentar por vaca, por dia, foi calculado multiplicando o consumo de MS mensurado experimentalmente (Salvador et al., 2008) pelo custo por kg de MS da dieta. A renda bruta subtraída do custo alimentar foi calculada por vaca, por dia. Uma análise da renda bruta subtraída do custo alimentar em função da variação no preço do litro de leite, independentemente do teor de sólidos, foi gerada para as dietas com polpa cítrica cotada a R\$ 0,20/kg e a R\$ 0,25/kg.

Os parâmetros de desempenho, produções de leite, gordura e proteína, leite 3,5%, ELI leite, % de gordura, % de proteína, % de lactose, Eficiência, peso vivo e CC, e a concentração de derivados de purina na urina foram analisados estatisticamente, usando os mesmos procedimentos utilizados para o consumo e a digestibilidade de nutrientes (Salvador et al., 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve queda na produção diária de teste nos animais que receberam dieta com alta inclusão de polpa cítrica. Essas dietas, conforme citaram Salvador et al. (2008), deprimiram o consumo de

matéria seca e de matéria orgânica digestível o que resultou em queda de 1kg na produção diária de leite (Tab. 1). Broderick et al. (2002) também observaram queda na produção de leite de 35,0 para 32,0kg, associada à queda simultânea no consumo, quando dietas com 19,1% ou 13,4% de polpa cítrica na MS substituíram o mesmo teor dietético de silagem de grão úmido de milho, partindo de dietas com 38,5% ou 26,9% de grãos, respectivamente. Leiva et al. (2000) observaram queda de 3,9kg na produção diária de leite de vacas que produziam 31,8kg e alimentadas em grupo, quando uma dieta com 20,5% de polpa cítrica e 9,2% de milho maduro moído substituiu outra com 9,6% de polpa e 19,5% de milho. O consumo do grupo de vacas foi de 18,9kg e 19,5kg nas dietas com alta e baixa polpa cítrica, respectivamente. A substituição de milho por polpa cítrica em dietas para vacas leiteiras de alta produção pode reduzir o consumo e o volume de leite produzido.

A ELI leite foi maior nos tratamentos com milho (Tab. 1). Entretanto, a eficiência de utilização energética, mensurada pela excreção de energia por unidade de consumo de matéria orgânica digestível, não variou entre tratamentos. Esse fato sugere que o principal determinante do menor desempenho nas dietas com maior inclusão de polpa cítrica foi a queda induzida pela polpa no consumo.

A síntese de proteína microbiana, estimada pela excreção diária de derivados de purinas na urina, foi maior nas dietas em que o milho substituiu parcialmente a polpa cítrica (Tab. 2). Apesar de o crescimento microbiano à base de pectina e sacarose ser rápido, o potencial de síntese de proteína microbiana a partir desses substratos é menor que o do amido (Hall e Herejk, 2001). Dusková e Marounek (2001) observaram que a eficiência de síntese de proteína microbiana de *Lachnospira multiparus* foi maior com glicose que com pectina cítrica. A via glicolítica de Entner-Doudoroff (Entner e Doudoroff, 1952) parece ser ativa na conversão de ácido galacturônico a piruvato em bactérias pectinolíticas presentes no rúmen, fornecendo menos energia por mol de monossacarídeo fermentado que a via clássica de Embden-Meyerhoff, comum no metabolismo microbiano da glicose (Paster e Canale-Parola, 1985; Dusková e Marounek, 2001). A substituição de amido por pectina pode deprimir a síntese de proteína microbiana no rúmen.

Resposta de vacas leiteiras...

Tabela 1. Desempenho de vacas em lactação segundo os tratamentos usados

	MO	MI	PO	PI	EPM	P Car <sup>1</sup>	P Min	P Int
Leite, kg/d	28,1	28,7	27,4	27,6	0,43	0,04	0,41	0,57
Gordura, kg/d	0,985	1,036	0,966	0,992	0,025	0,24	0,13	0,64
Proteína, kg/d	0,894	0,900	0,854	0,855	0,013	<0,01	0,82	0,85
Lactose, kg/d	1,321	1,354	1,285	1,305	0,025	0,10	0,29	0,78
Gordura, %	3,62	3,68	3,61	3,67	0,06	0,87	0,37	0,97
Proteína, %	3,23	3,20	3,17	3,16	0,02	0,03	0,31	0,67
Lactose, %	4,70	4,71	4,70	4,75	0,04	0,68	0,53	0,63
ELI leite, Mcal d <sup>-1</sup>	19,3	19,9	18,7	19,1	0,34	0,05	0,16	0,66
Eficiência, Mcal d <sup>-1</sup>	1,42	1,49	1,53	1,47	0,04	0,25	0,94	0,15
Peso vivo, kg	615	615	614	608	2,6	0,15	0,28	0,30
CC, escala 1 a 5	3,0	3,2	3,1	3,1	0,07	0,87	0,21	0,13

MO: 10% de milho, 24% de polpa cítrica e mineral orgânico; MI: 10% de milho, 24% de polpa cítrica e mineral inorgânico; PO: 33% de polpa cítrica e mineral orgânico; PI: 33% de polpa cítrica e mineral inorgânico; EPM: erro-padrão da média; ELI leite: secreção diária de energia líquida no leite; Eficiência: ELI leite/consumo de matéria orgânica digestível; CC: condição corporal.

<sup>1</sup>Valor de probabilidade para os efeitos de Car: Carboidrato; Min: Mineral; Int: Interação Car x Min.

Tabela 2. Concentração de alantoína (Alan), creatinina (Crea) e ácido úrico (Acu) na urina segundo os tratamentos usados para vacas em lactação

	MO	MI	PO	PI	EPM	P Car <sup>1</sup>	P Min	P Int
Alantoína, mM	10,68	12,12	6,07	7,21	1,87	0,74	0,63	0,80
Ácido úrico, mM	1,37	1,14	1,39	1,20	0,21	0,84	0,35	0,93
Creatinina, mM	5,18	6,81	6,07	7,21	0,64	0,39	0,09	0,71
Alan/Crea	2,32	1,88	1,80	1,69	0,26	0,26	0,34	0,54
(Alan+Acu)/Crea	2,66	2,07	2,04	1,86	0,29	0,25	0,24	0,50

MO: 10% de milho, 24% de polpa cítrica e mineral orgânico; MI: 10% de milho, 24% de polpa cítrica e mineral inorgânico; PO: 33% de polpa cítrica e mineral orgânico; PI: 33% de polpa cítrica e mineral inorgânico; EPM: erro-padrão da média.

<sup>1</sup>Valor de probabilidade para os efeitos de Car: Carboidrato; Min: Mineral; Int: Interação Car x Min.

A menor síntese de proteína microbiana quando a polpa cítrica substituiu totalmente o amido é uma explicação plausível para o menor teor e produção de proteína no leite neste tratamento (Tab. 1). Em três experimentos realizados com vacas com produção diária de leite acima de 30kg, a substituição de milho por polpa cítrica reduziu a secreção diária de proteína no leite (Solomon et al., 2000; Broderick et al., 2002; Costa et al., 2005), enquanto em experimentos feitos com vacas com potencial produtivo menor que 20kg por dia, a variação no perfil de carboidratos do concentrado não induziu resposta detectável no teor e na produção de proteína (Van Horn et al., 1975; Scoton, 2003; Martinez, 2004; Tavares et al., 2005). A variação no perfil de carboidratos pode ter sido capaz de limitar o aporte de proteína metabolizável apenas em animais com alta demanda nutricional. Broderick et al. (2002) observaram que a suplementação com proteína não degradável no rúmen oriunda

de soja aumentou a secreção de lactose no leite, sendo a resposta mais efetiva nas dietas em que a polpa substituiu o milho (P=0,10 para a interação proteína *versus* carboidrato). Esse resultado sugere que a dieta com polpa cítrica pode ter sido mais limitante do fluxo diário de aminoácidos metabolizáveis gliconeogênicos (Danfaer, 1994) que as dietas formuladas exclusivamente com milho.

A substituição total de milho por polpa cítrica não surtiu efeito sobre a gordura do leite (Tab. 1). A substituição de milho por polpa cítrica aumentou a porcentagem de gordura no leite em três experimentos (Van Horn et al., 1975; Leiva et al., 2000, Costa et al., 2005), mas não a influenciou em cinco experimentos (Solomon et al., 2000; Broderick et al., 2002; Scoton, 2003; Martinez, 2004; Tavares et al., 2005). No trabalho de Solomon et al. (2000), o teor de FDN das dietas foi alto, ao redor de 35% da MS, e o

pH ruminal foi de aproximadamente 6,4, mostrando que não havia acidose induzida por excesso de amido. Broderick et al. (2002) também não observaram efeito da substituição parcial de silagem de grão úmido de milho por polpa cítrica sobre a gordura no leite em dietas com cerca de 28% de FDN total e 60% de forragem na MS. Dentre os experimentos revisados, a diferença mais marcante no teor de gordura no leite ocorreu em vacas alimentadas com 25% de bagaço de cana peletizado como forrageira única (Van Horn et al., 1975), no qual o teor de gordura foi 4,2% na dieta com 43% de polpa cítrica de 3,5% quando o milho substituiu a polpa, resultando no teor dietético de polpa de 8%. A utilização de bagaço de cana peletizado como forrageira única resultou em baixo conteúdo de FDN fisicamente efetivo em todos os tratamentos. Costa et al. (2005) também observaram que o aumento no teor dietético de silagem de grão úmido de milho, em substituição ao mesmo teor de polpa cítrica, reduziu o teor de gordura no leite, sugerindo que, quando o potencial acidogênico da dieta é alto, a substituição de milho por polpa pode aumentar o teor de gordura no leite.

Neste experimento, a não resposta no teor de gordura pode ser atribuído ao fato de a substituição dietética de milho por polpa ter sido realizada em dietas não deficientes em fibra efetiva. Resposta na gordura no leite à inclusão de subprodutos fibrosos à dieta é normalmente detectável quando estes substituem milho em dietas deficientes em FDN oriundas de forragens, sabidamente acidogênicas (Armentano e Pereira, 1997). A inclusão dietética de milho também foi propositalmente baixa (Salvador et al., 2008), e o amido do grão utilizado não era de alta degradabilidade ruminal, pois era oriundo de germoplasma com alta vitreosidade do endosperma colhido em estágio maduro (Pereira et al., 2004). O teor de FDN oriunda de silagem de milho também foi acima do mínimo recomendado para dietas de lactação com alta densidade nutricional e contendo concentrados energéticos ricos em amido (Nutrient..., 2001). Dentre as 16 observações experimentais de mínimo valor de pH ruminal (Salvador et al., 2008), apenas uma apresentou valor menor que seis, indicando que a acidose ruminal não foi um problema.

A composição analisada das fórmulas orgânica e inorgânica de minerais não foi idêntica, e para todos os macro e microminerais a composição da dieta oferecida excedeu às exigências nutricionais mínimas preconizadas pelo modelo nutricional do Nutrient... (2001) e ao observado por Salvador et al. (2008). A fórmula inorgânica aumentou os teores dietéticos de P, Ca, Co e I e reduziu o teor de Mn. O efeito da suplementação mineral sobre o desempenho foi inconclusivo.

Com preço de polpa cítrica inferior ao preço do milho, a baixa inclusão do grão adotada neste experimento aumentou o custo da matéria seca dietética (Fig. 1). Como o preço da polpa é normalmente menor que o do milho, a substituição de milho por polpa cítrica é uma alternativa para reduzir o custo da dieta. As dietas com polpa cítrica, como concentrado energético único, tiveram menor custo por vaca, por dia (Fig. 2), consequência do menor consumo diário, citado anteriormente por Salvador et al. (2008), e custo mais baixo por kg de MS.

A eficiência financeira das dietas formuladas exclusivamente com polpa cítrica ou com algum milho foi calculada assumindo as seguintes condições, respectivamente: consumo, 19,4 e 20,5kg; produção diária de leite, 27,5 e 28,5kg; teor de proteína, 3,17% e 3,22%; teor de gordura, 3,64% e 3,65%; e CCS, 65,5 e 66,9 x 1000ml<sup>-1</sup>. Nesse tipo de formulação dietética, em que a inclusão de amido de milho no concentrado foi baixa, a redução no custo da polpa de R\$ 0,25 para R\$ 0,20 por kg, com milho cotado a R\$ 0,30, teve pouco impacto sobre a renda bruta subtraída do custo alimentar, independentemente do preço recebido pelo leite (Fig. 3). A substituição total de milho por polpa resultou em renda bruta subtraída do custo alimentar levemente mais baixa que o das dietas com milho. Dietas formuladas apenas com polpa cítrica eliminam a necessidade de armazenagem e de processamento de milho maduro em fazendas leiteiras, ou a compra de milho já processado, e podem funcionar em situações em que o pagamento do leite baseia-se exclusivamente no volume diário de produção.

Resposta de vacas leiteiras...

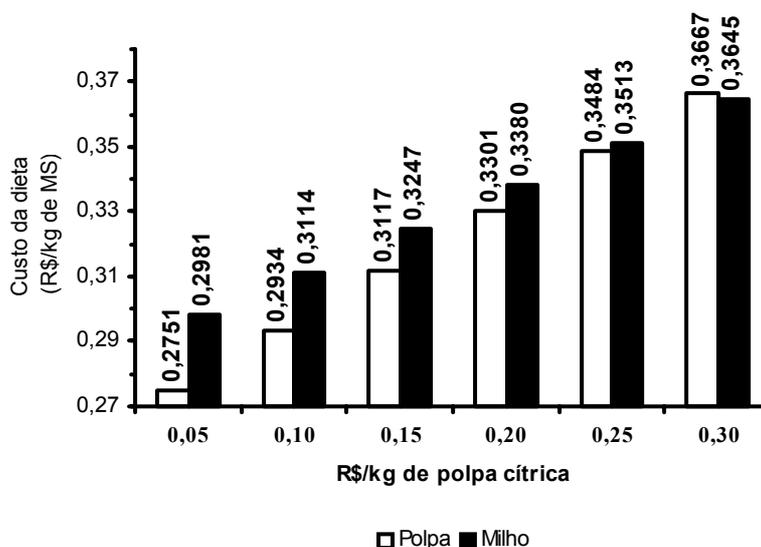


Figura 1. Custo por kg de MS nos dois tratamentos com 33% de polpa cítrica (polpa) e nos dois com 10% de milho e 24% de polpa cítrica (milho) com variação na cotação da polpa cítrica (90,2% de MS) de R\$ 0,05 a R\$ 0,30/kg de matéria natural e o milho cotado a R\$ 0,30/kg.

A dieta com inclusão de milho foi vantajosa financeiramente quando um sistema de bonificação por qualidade foi adotado para definir o preço do leite (Fig. 4). Em alto preço de polpa, a dieta com milho foi proporcionalmente ainda mais vantajosa que a dieta formulada exclusivamente com polpa cítrica. O valor da produção de leite foi R\$0,6435, nos tratamentos com polpa cítrica, e R\$ 0,6502, quando milho foi acrescentado à dieta. Considerando que o valor do litro partiu de valores base para o leite de 0,6000 para a dieta só de polpa e 0,6008 para a dieta com milho e que houve

constância entre tratamentos no teor de gordura e na CCS, o aumento no teor de proteína no leite foi capaz de aumentar a remuneração por litro em R\$ 0,0059. A renda bruta por vaca, por dia, foi de R\$17,69 só com polpa e de R\$18,50 com a inclusão de milho. Mesmo quando a forrageira utilizada é rica em amido, quando há remuneração por sólidos no leite, a menor produção de leite e proteína, induzida pela substituição total de amido de milho por polpa cítrica do concentrado, parece não ser vantajosa financeiramente.

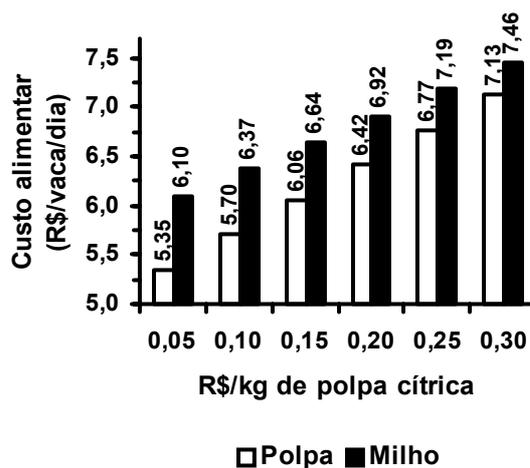


Figura 2. Custo alimentar por vaca, por dia, nos dois tratamentos com 33% de polpa cítrica (polpa) e nos dois com 10% de milho e 24% de polpa cítrica (milho) com variação na cotação da polpa cítrica (90,2% de MS) de R\$0,05 a R\$ 0,30/kg de matéria natural e o milho cotado a R\$ 0,30/kg.

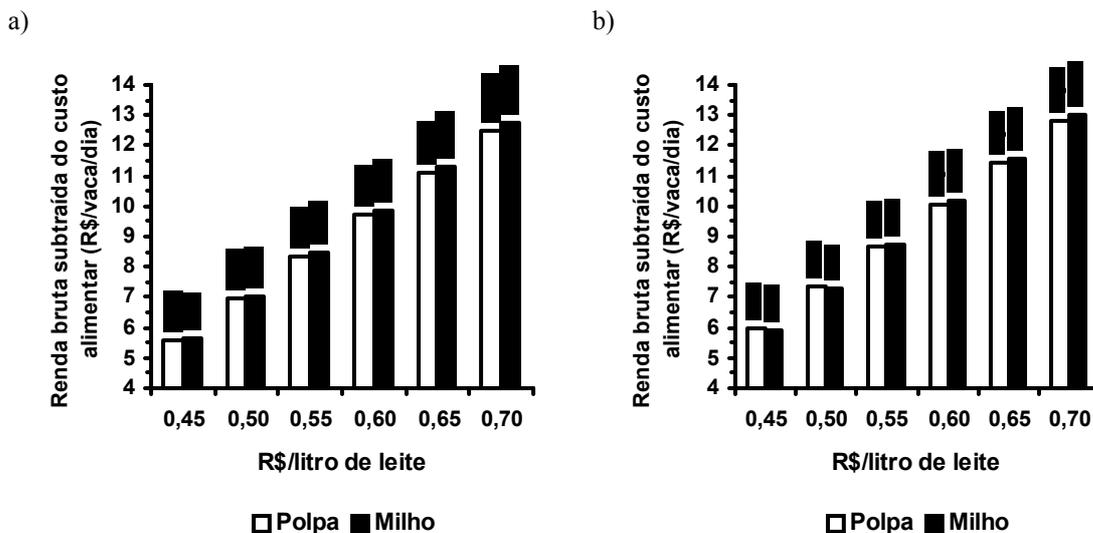


Figura 3. Renda bruta subtraída do custo alimentar nos dois tratamentos com 33% de polpa cítrica (polpa) e nos dois com 10% de milho e 24% de polpa cítrica (milho) com variação no valor recebido pelo litro de leite de R\$0,45 a R\$0,70. a) considera polpa cítrica a R\$0,25/kg e o milho a R\$0,30/kg; b) considera a polpa cítrica a R\$0,20/kg e o milho a R\$0,30/kg.

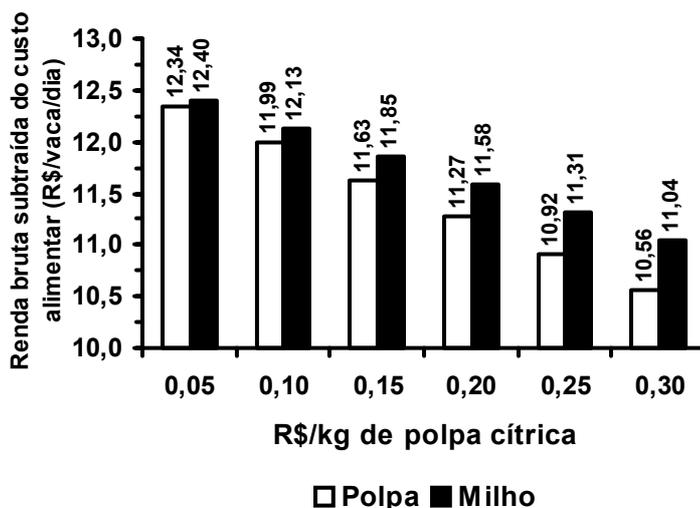


Figura 4. Renda bruta subtraída do custo alimentar nos dois tratamentos com 33% de polpa cítrica (polpa) e nos dois com 10% de milho e 24% de polpa cítrica (milho) com variação na cotação da polpa cítrica (90,2% de MS) de R\$ 0,05 a R\$ 0,30/kg de matéria natural e o milho cotado a R\$ 0,30/kg.

### CONCLUSÕES

A substituição total de milho por polpa cítrica no concentrado reduziu a produção diária de leite e de proteína. Quando o pagamento do leite valorizou a produção diária de sólidos, o menor custo das dietas com polpa cítrica como concentrado energético único, não resultou em

maior lucratividade que o custo das dietas com 10% de milho. Dietas formuladas exclusivamente com polpa cítrica podem funcionar quando o pagamento do leite é feito exclusivamente por volume, mas alguma inclusão de amido de milho parece ser benéfica quando a meta é maximizar a produção de sólidos no leite.

## AGRADECIMENTOS

Colaboradores: Alexandre Fonseca Ribeiro, Valério O. Vilela.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMENTANO, L.E.; PEREIRA, M.N. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. *J. Dairy Sci.*, v.80, p.1416-1425, 1997.
- BRODERICK, G.A.; MERTENS, D.R.; SIMONS, R. Efficacy of carbohydrate sources for milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. *J. Dairy Sci.*, v.85, p.1767-1776, 2002.
- CHEN, X.B.; GOMES, J. *Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives*. Reino Unido: Rowett Research Institute, 1995. 20p.
- COSTA, F.M.J.; SANTOS, J.F.; PEREIRA, M.N. Performance of dairy cows fed ensiled high moisture corn of a flint or a dent hybrid. *J. Dairy Sci.*, v.88, suppl.1, p.184, 2005.
- DANFAER, A. Nutrient metabolism and utilization in the liver. *Liv. Prod. Sci.*, v.39, p.115-127, 1994.
- DUSKOVÁ, D.; MAROUNEK, M. Fermentation of pectin and glucose, and activity of pectin-degrading enzymes in the rumen bacterium *Lachnospira multiparus*. *Letters App. Microbiol.*, v.33, p.159-163, 2001.
- ENTNER, N.; DOUDOROFF, M. Glucose and gluconic acid oxidation of *Pseudomonas saccharophila*. *J. Biol. Chem.*, v.196, p.853-862, 1952.
- HALL, M.B.; HEREJK, C. Differences in yields of microbial crude protein from *in vitro* fermentation of carbohydrates. *J. Dairy Sci.*, v.84, p.2486-2489, 2001.
- LEIVA, E.; HALL, M.B.; VAN HORN, H.H. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. *J. Dairy Sci.*, v.83, p.2866-2875, 2000.
- MARTINEZ, J.C. *Substituição do milho moído fino por polpa cítrica peletizada no concentrado de vacas leiteiras mantidas em pastagens de capim-elefante durante o outono – inverno*. 2004. 107f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- NUTRIENT requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington: National Academy of Sciences, 2001. 381p.
- PASTER, B.J.; CANALE-PAROLA, E. *Treponema saccharophilum* sp. nov., a large pectinolytic spirochete from the bovine rumen. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.50, p.212-219, 1985.
- PEREIRA, M.N.; VON PINHO, R.G.; BRUNO, R.G.S. et al. Ruminant degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. *Sci. Agric.*, v.61, p.358-363, 2004.
- SALVADOR, S.C.; PEREIRA, M.N.; SANTOS, J.F. et al. 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.*, v.60, p.682-690, 2008.
- SCOTON, R.A. *Substituição do milho moído fino por polpa cítrica peletizada e/ou raspa de mandioca na dieta de vacas leiteiras em final de lactação*. 2003. 55f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SOLOMON, R.; CHASE, L.E.; BENGHEDALIA, D. et al. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.83, p.1322-1329, 2000.
- TAVARES, A.A.C.; PEREIRA, M.N.; TAVARES, R.T. et al. Performance of Holstein-Zebu cows under partial replacement of corn by coffee hulls. *Sci. Agric.*, v.62, p.95-101, 2005.
- VAN HORN, H.H.; MARSHALL, S.P.; WILCOX, C.J. et al. Complete rations for dairy cattle. III. Evaluation of protein percent and quality, and citrus pulp-corn substitutions. *J. Dairy Sci.*, v.58, p.1101-1108, 1975.
- WILDMAN, E.E.; JONES, G.M.; WAGNER, P.E. et al. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.*, v.65, p.495-501, 1982.