

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Desempenho e parâmetros ruminais de vacas leiteiras alimentadas
com silagem de cana-de-açúcar e fontes de nitrogênio não protéico e
energia no concentrado**

José Tiago das Neves Neto

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens**

**Piracicaba
2009**

José Tiago das Neves Neto
Médico Veterinário

Desempenho e parâmetros ruminais de vacas leiteiras alimentadas com silagem de cana-de-açúcar e fontes de nitrogênio não protéico e energia no concentrado

Orientador:
Prof. Dr. **FLÁVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

**Piracicaba
2009**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Neves Neto, José Tiago das

Desempenho e parâmetros ruminais de vacas leiteiras alimentadas com silagem de cana-de-açúcar e fontes de nitrogênio não protéico e energia no concentrado / José Tiago das Neves Neto. - - Piracicaba, 2009.
79 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Bovinos leiteiros 2. Cana-de-açúcar 3. Milho 4. Nitrogênio 5. Polpa 6. Silagem 7. Uréia
Vacas I. Título

CDD 636.214
N511d

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais,

Cláudio Antônio Leandro de Oliveira

Eva Aparecida Neves de Oliveira

Às minhas irmãs,

Ana Cláudia Neves de Oliveira

Maryana Rhafaela Neves Abadia

À minha namorada,

Míria Batista Resende

DEDICO

Aos meus avós paternos,

Armando José de Oliveira (*in memoriam*)

Iraci Leandro (*in memoriam*)

Aos meus avós maternos,

José Tiago das Neves

Albertina do Coração de Jesus Neves

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço...

A Deus, por sua divina proteção.

À minha família, pelo apoio, pelo incentivo e confiança.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP), em especial ao departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação.

Ao Professor Dr. Flávio Augusto Portela Santos, pela orientação, ensinamentos e amizade.

Aos professores do Departamento de Zootecnia, Alexandre Vaz Pires, Carla Maris Machado Bittar e Luiz Gustavo Nussio pela convivência, pelo respeito e amizade.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia, pelo convívio, amizade e ensinamentos.

Ao professor Juliano Fernandes e sua família pelo incentivo, confiança e amizade.

Aos colegas de curso, amigos e membros do NUTRIBOV, Leandro Greco, Mirella Moscardini, Camila Gomes, Arlindo Pacheco Júnior, Junio Martinez, Jaqueline Romero, Rafaela Carareto, Luiz Roberto Dell’Agostinho, Marina Danés, Lucas Chagas, João Doera, Alexandre Pedroso, Cristiane Sitta, Mariana Peres, Fernanda Macedo e Rodrigo Marques pela ajuda na condução dos experimentos, pela companhia e pela amizade.

Aos meus “irmãos” da República Pão-de-Queijo, pelos momentos de muita alegria e muito aprendizado, que sempre levarei em minha vida. Em especial os amigos José Eduardo (Mineiro), Rafael (Purpurina), Renato Gentil (Shimu), João Luiz (Joãozinho), Andre (Caçula), Tobias (TT), Renato (Codorna) e Roberto (Bob).

Aos funcionários do Laboratório de Bromatologia Esalq/USP, Carlos Cesar e Tânia, pela ajuda, pela paciência e pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia e do Centro de Recursos Humanos, por toda ajuda e pela amizade.

À minha namorada pelo carinho e apoio.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de bolsa de estudo durante parte do meu curso e pelo auxílio no projeto de pesquisa.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

... à todos vocês minha eterna gratidão...

MUITO OBRIGADO!

“A ciência infatigável procura, agora, a matéria-padrão, a força-origem, simplificada, da qual crê emanarem todos os compostos, e é nesse estudo proveitoso que ela própria, afirmando-se atéia, descrente, caminha para o conhecimento de Deus.”

Emmanuel

“A grandeza não consiste em receber honras, mas em merecê-las.”

Aristóteles

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 Silagem de cana-de-açúcar no sistema de produção de leite.....	17
2.2 Substituição do milho por polpa cítrica na alimentação de vacas em lactação	20
2.3 Suplementação com fontes de nitrogênio não protéico para vacas leiteiras.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 Experimento 1.....	29
3.1.1 Local, clima e instalações experimentais.....	29
3.1.2 Período experimental.....	29
3.1.3 Animais experimentais.....	29
3.1.4 Tratamentos experimentais.....	30
3.1.5 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	31
3.1.6 Determinação da produção e composição do leite.....	32
3.1.7 Determinação da variação do peso vivo e do escore de condição corporal.....	32
3.1.8 Determinação do consumo de matéria seca e de nutrientes.....	32
3.1.9 Coleta de amostras dos ingredientes das rações.....	33
3.1.10 Análises bromatológicas.....	33
3.2 Experimento 2.....	34
3.2.1 Local e instalações experimentais.....	34
3.2.2 Período experimental.....	34
3.2.3 Animais experimentais.....	34
3.2.4 Tratamentos experimentais.....	34
3.2.5 Determinação do consumo de matéria seca.....	34
3.2.6 Coleta de amostras e análises bromatológicas.....	35
3.2.7 Coleta de sangue e determinação do nitrogênio uréico no plasma.....	35
3.2.8 Parâmetros ruminais	35
3.2.9 Estimativa da digestibilidade aparente de nutrientes no trato digestivo total.....	36
3.2.10 Degradabilidade <i>in situ</i> da silagem de cana-de-açúcar.....	37

3.2.11 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1 Experimento 1.....	41
4.1.1 Consumo de matéria seca	42
4.1.2 Produção de leite.....	44
4.1.3 Teor de gordura.....	47
4.1.4 Teor de proteína.....	49
4.1.5 Teor de lactose.....	51
4.1.6 Teor de N uréico do leite (NUL).....	52
4.2 Experimento 2.....	53
4.2.1 Consumo de matéria seca	53
4.2.2 Nitrogênio uréico no plasma.....	54
4.2.3 Parâmetros ruminais	55
4.2.3.1 Concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal.....	55
4.2.3.2 pH ruminal.....	58
4.2.3.3 Ácidos graxos de cadeia curta no fluido ruminal	59
4.2.4 Digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestível total.....	61
4.2.5 Degradabilidade <i>in situ</i> da Silagem de cana-de-açúcar	63
5 CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS.....	68

RESUMO

Desempenho e parâmetros ruminais de vacas leiteiras alimentadas com silagem de cana-de-açúcar e fontes de nitrogênio não protéico e energia no concentrado

Estudou-se a substituição do milho pela polpa cítrica e a uréia convencional pela uréia de liberação lenta no concentrado de vacas leiteiras alimentadas com silagem de cana-de-açúcar. Para isso foram conduzidos dois estudos no Departamento de Zootecnia da Esalq/USP. No experimento 1, foram utilizadas 24 vacas em lactação (8 HPB e 16 1/2 HPB 1/2 Jersey) com produção média de 16 kg de leite dia⁻¹. Os animais foram divididos em quatro piquetes, resultando em seis animais por piquete. Foram comparadas quatro rações isoprotéicas, compostas por aproximadamente 60% de volumoso (silagem de cana-de-açúcar) e 40% de concentrado, diferindo quanto à fonte de NNP e a fonte energética utilizado no concentrado: a) milho-uréia (MU), b) milho-uréia de liberação lenta (MO), c) polpa-uréia (PU), d) polpa-uréia de liberação lenta (PO). Os concentrados experimentais foram formulados com farelo de soja, núcleo mineral e vitamínico, polpa cítrica ou milho moído fino, uréia e/ou uréia de liberação lenta. Nos tratamentos PO e MO a uréia foi substituída parcialmente (80%) pela uréia de liberação lenta (ULL). A ração totalmente misturada (RTM) foi preparada em vagão misturador com balança acoplada e fornecida duas vezes ao dia. O delineamento experimental adotado foi o quadrado latino 4x4, com arranjo fatorial 2x2 sendo a baía a unidade experimental. As variáveis foram analisadas utilizando-se o Proc GLM(SAS, 1999). O CMS foi maior nas rações com polpa cítrica (P<0,05), sem alterações na produção e composição do leite em relação ao milho. A fonte de uréia de liberação lenta não afetou (p>0,05) o CMS e a produção e composição do leite, mas aumentou (P<0,05) o ganho de peso das vacas. No experimento 2 foram utilizadas 4 vacas Holandesas, não lactantes, não prenhas e canuladas no rumen, mantidas em quatro baias cobertas e com piso de concreto. Foram comparadas as mesmas rações do experimento 1, com o mesmo delineamento experimental. Os dados de consumo de matéria seca, parâmetros sanguíneos, digestibilidade dos nutrientes no trato digestível total foram submetidos ao PROC GLM do SAS (1999). Os dados de degradabilidade *in situ* da MS, MO e FDN da silagem de cana-de-açúcar, parâmetros ruminais (pH, AGCC e N-NH3) por terem medidas repetidas no tempo foram submetidos ao PROC MIXED (SAS, 2003). A polpa cítrica reduziu a concentração de N-NH3 (P<0,05), aumentou o CMS das vacas (P<0,05) e a digestibilidade total da MS da ração. A degradação ruminal da FDN da silagem de cana-de-açúcar foi maior com milho que com polpa. A uréia de liberação lenta não alterou os parâmetros de fermentação ruminal e de degradação *in situ* (P>0,05) em comparação á uréia convencional.

Palavras-chave: Vacas leiteiras; Milho; Polpa cítrica; Uréia de liberação lenta

ABSTRACT

Performance and ruminal parameters of lactating dairy cows fed with sugarcane silage and concentrates with sources of non-protein nitrogen and energy in the concentrate

This study aimed to evaluate the substitution of dried citrus pulp and conventional urea to fine ground corn and slow release urea added to the concentrate of lactating dairy cows receiving sugarcane silage. Two Trials were carried out at the Animal Sciences Department, ESALQ/USP. In Trial 1, 24 lactating cows (8 Holstein cows and 16 Holstein/Jersey cows) with average production of 16 kg milk.day⁻¹ were used. The animals were assigned to four paddocks with 6 cows each. Four iso-proteic rations with approximately 60% sugarcane silage and 40% concentrate were evaluated. Treatments differed in relation to concentrate NPN and energy source: a) corn-urea (MU), b) corn-slow release urea (MO), c) citrus pulp-urea (PU), d) citrus pulp-slow release urea (PO). Experimental concentrates were formulated with soybean meal, mineral premix, citrus pulp or ground corn and urea or slow release urea. On treatments MO and PO, urea was partially replaced (80%) by slow release urea (SRU). Total mixed rations (TMR) were prepared on a scaled mix wagon and offered to the animals twice a day. Statistical design was a 4x4 Latin Square, with a 2x2 factorial arrangement. Paddocks were the experimental units and variables were analyzed using Proc GLM (SAS, 1999). DMI was higher in rations prepared with citric pulp ($p < 0.05$) without changing milk production and milk composition, when compared to corn rations. The slow release urea source did not affect the DMI ($p > 0.05$), the milk production and milk composition, but it increased the weight gain in cows ($p < 0.05$). In Trial 2, four non-lactating, non-pregnant Holstein cows with rumen cannulas were used. Animals were kept in sheltered individual concreted floor pens. Treatments and statistical design were the same used in Trial 1. DMI, blood parameters and total tract nutrients digestibility data were analyzed using Proc GLM (SAS, 1999). *In situ* degradability of sugarcane silage DM, OM and NDF, ruminal parameters (pH, SCFA, NH₃-N) data were analyzed using PROC MIXED (SAS, 2003), because these parameters were repeated along the experiment period. Citric pulp reduced the concentration of NH₃-N ($p < 0.05$), increased the DMI ($p < 0.05$), and the total DM digestibility. Sugarcane silage NDF degraded inside the rumen was higher when mixed with corn than with citric pulp. Slow release urea did not change the rumen fermentation parameters and the *in situ* degradation ($p > 0.05$) in comparison to the conventional urea.

Keywords: Lactating cows; Corn; Citrus pulp; Slow release urea

1 INTRODUÇÃO

No Brasil a produção de carne e leite tem como base a utilização das pastagens naturais e/ou cultivadas. Isto faz com que o país possa concorrer num mercado internacional altamente competitivo, produzindo a baixos custos. Entretanto, já é bastante conhecida a sazonalidade da produção forrageira durante o ano, ocorrendo um período de abundância de forragem com bom valor nutritivo, em contraste a um período de escassez de alimento associado à redução do seu valor nutritivo (ANDRADE, 1995).

Nos últimos anos a estacionalidade de produção de leite tem diminuído no Brasil, em parte devido à melhora da alimentação do rebanho no período da seca. A cana-de-açúcar tem se constituído em ferramenta fundamental para este fato, pois nos últimos anos a sua utilização tem crescido de forma considerável na alimentação dos rebanhos leiteiros durante o período seco do ano (Santos et al., 2005). Estimativas publicadas por Landell et al. (2002), indicaram que nessa época no Brasil já eram cultivados acima de 500 mil hectares de cana-de-açúcar para a alimentação animal.

As características que têm levado a cana-de-açúcar a ocupar lugar de destaque como forrageira de inverno na pecuária nacional são o seu elevado potencial de produção de matéria seca (MS), o seu período de utilização, que ocorre em coincidência com o período de escassez de produção de forragens pelas pastagens tropicais, o aumento no coeficiente de digestibilidade da MS com a maturidade da planta, ou seja, o oposto do que acontece com a maioria das demais plantas forrageiras de origem tropical e o custo competitivo da energia produzida (Fernandes et al., 2003).

Tradicionalmente a cana-de-açúcar é utilizada *in natura* na alimentação de rebanhos, através do corte e fornecimento diário. Entretanto, esta prática exige diariamente mão-de-obra para as atividades de corte, despalhamento, picagem e transporte, estabelecendo limitações logísticas e operacionais na suplementação de rebanhos de porte médio a grande e problemas relacionados a colheitas em dias chuvosos (MATSUOKA e HOFFMANN, 1993). Atualmente, a conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem tem despertado o interesse de pesquisadores e produtores, em função dos benefícios em logística e operacionalidade que esta técnica pode apresentar (MENDES, 2006). Esta alternativa, além de aumentar a eficiência da

colheita, evita perdas da forragem no caso de ocorrência de incêndios e geadas e tem vantagens do ponto de vista agrônomo para a cultura da cana-de-açúcar.

Uma das maiores limitações impostas pela cana-de-açúcar para o bom desempenho de vacas leiteiras, é o seu baixo teor de proteína bruta. A forma mais barata e tradicionalmente utilizada para se elevar o teor de proteína da cana-de-açúcar é a adição de uréia ao material (Santos et al, 2005). A recomendação mais comum no Brasil é a adição de 1% da mistura uréia com sulfato de amônia (9 partes de uréia e 1 parte de sulfato de amônia) na cana fresca picada. Doses elevadas de uréia na ração podem resultar em perda de parte deste N na forma de amônia absorvida através da parede ruminal (NRC, 2001). Qualquer metodologia que efetivamente torne a uréia solúvel a taxas mais lentas do que quando fornecida *in natura* poderia conduzir a sua otimização em dietas para ruminantes, desde que adequadamente balanceadas para esse fim (CASS et al.1994; PARRÉ, 1995).

Em uma série de trabalhos clássicos com cana-de-açúcar, Preston et al, (1977) afirmaram que havia necessidade da presença de amido na ração para otimizar a utilização da cana-de-açúcar pelos bovinos, especialmente uma fonte de amido que chegasse ao intestino delgado. A polpa cítrica é uma fonte energética usada em larga escala atualmente no estado de São Paulo como alternativa ao milho, principalmente no inverno, tanto para vacas leiteiras como para bovinos de corte. A polpa cítrica não contém amido como os grãos de cereais, sendo rica em açúcares, pectina e fibra de alta digestibilidade. Uma série de estudos foram conduzidos no Brasil com o objetivo de estudar a substituição do milho por polpa cítrica, para vacas leiteiras. Entretanto, nesses estudos, os volumosos utilizados foram a silagem de milho e pastagens tropicais (Santos et al, 2003; Santos et al, 2005).

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a substituição da uréia por uréia de liberação lenta (Optigen[®]) e a substituição do milho pela polpa cítrica, para vacas leiteiras alimentadas com silagem de cana-de-açúcar como volumoso quanto ao desempenho animal e parâmetros metabólicos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Silagem de cana-de-açúcar no sistema de produção de leite

No Brasil Central a produção das pastagens é sazonal, devido a ocorrência de duas épocas distintas, a estação chuvosa e a estação seca. Entre 70 a 90% da produção das forrageiras tropicais ocorre na estação quente e chuvosa do ano (ROLIM, 1980). A intensificação do uso das pastagens neste período acentua ainda mais a necessidade de forragens suplementares destinadas à alimentação animal durante a estação seca do ano (CORSI, 1986).

Diversas estratégias são utilizadas para suprir essa deficiência de ordem quantitativa de recursos forrageiros, tais como: cultivo de pastagens de clima temperado com irrigação, venda de animais, arrendamento de áreas de pastagens e a utilização de alimentação volumosa suplementar. Esta última pode ser efetuada de várias formas, dentre elas, destacam-se as silagens de milho, de sorgo e de plantas forrageiras tropicais, o feno de gramíneas tropicais (NUSSIO et al., 2001) e a cana-de-açúcar fornecida *in natura* ou na forma de silagem (SCHIMIDT et al., 2004)

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) possui grande destaque para a alimentação animal. Isto se deve à vários fatores: a) seu potencial de alta produção de matéria seca (MS); b) o baixo custo por unidade de MS e de energia produzida comparativamente com outros alimentos volumosos; c) o fato de atingir ponto ideal de colheita coincidentemente com o período de escassez de forragens das pastagens; d) por manter seu valor nutritivo por períodos longos e finalmente, e) por apresentar taxa de risco menor que outras culturas. Dificilmente ocorrem perdas totais da cultura, com exceção das causadas por queimadas e geadas (OLIVEIRA, 1999).

A cana-de-açúcar, como volumoso, é de média qualidade quanto à sua digestibilidade. Possui teores muito baixos de proteína assim como de minerais, principalmente fósforo. O seu teor em gorduras também é baixo, em torno de 1,4% com base na matéria seca (Pedreira, 1962; Lovadini et al., 1967; Lovadini, 1971; e Melotti, 1972). Por outro lado, o alto conteúdo de sacarose associado a alta produção de matéria seca por hectare, conferem potencial para grande produção de energia por hectare à cana-de-açúcar.

A cana-de-açúcar suplementada apenas com uréia e minerais, proporciona nutrientes adequados para manutenção e/ou baixos desempenhos (Preston e Leng, 1980 e Boin e Tedeschi, 1993). Segundo Ferreiro et al. (1979) a utilização da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos é limitada devido à necessidade de suplementação com concentrados, que encarecem a produção e sem os quais há baixo desempenho animal. Lima e Mattos (1993) acreditam que apesar da mistura uréia-sulfato de amônio ser a forma mais adequada para aumentar o teor de nitrogênio de dietas com cana-de-açúcar, essa suplementação não garante níveis satisfatórios de desempenho para animais em crescimento e vacas em lactação.

Utilizando proporções crescentes de cana-de-açúcar na ração (20, 39, 58, e 77% da matéria seca), Pate (1981) encontrou correlações significativas entre as diferentes percentagens de cana-de-açúcar e o consumo de matéria seca ($r = - 0.93$). O efeito depressivo sobre o consumo não se mostrou relacionado à quantidade de fibra presente nas rações porque o conteúdo de FDN das mesmas estava abaixo dos limites máximos de consumo. As melhores explicações para as reduções do consumo seriam a baixa digestibilidade da fibra ou a baixa taxa de digestão e "*turnover*" da fibra. A digestibilidade e eficiência de utilização da energia digerida aumentou com a maturidade da cana, sendo relacionadas com o teor de açúcar dessa forrageira (Preston e Leng, 1978).

Leng e Preston (1976) observaram em geral baixo desempenho animal obtidos em relação à digestibilidade da cana-de-açúcar devido ao baixo consumo de matéria seca. Os autores propuseram que o consumo de MS seria limitado pelo baixo fornecimento pós-ruminal de glicose e proteína (aminoácidos) de origem alimentar. Boin e Tedeschi (1993) obtiveram digestibilidade da matéria seca da cana-de-açúcar entre 54 e 65%. Eles concluíram que essa variabilidade na digestibilidade é devido às variações nas proporções de parede celular (fibra) e conteúdo celular (basicamente açúcar). Outros autores também encontraram digestibilidades variáveis. Alvarez e Preston (1976) obtiveram 61%; Montpellier E Preston (1977) encontraram valores entre 66,7 e 68,7%; Ferreiro et al. (1977) observaram valores entre 66,5 e 71,6%.

Valvasori et al. (1995) trabalharam com 12 vacas leiteiras que recebiam silagem de milho *ad libitum* e 1,5 kg de farelo de soja ou silagem de milho e cana-de-açúcar

(50:50) *ad libitum* e 2,25 kg de farelo de soja ou cana-de-açúcar *ad libitum* e 3,0 kg de farelo de soja. Os autores concluíram que a cana-de-açúcar pode ser usada como volumoso em rações para vacas produzindo até 18 kg de leite por dia.

Em trabalho mais recente, Correia et al. (2003) demonstraram que produções diárias de 30 kg de leite são possíveis de serem obtidas por vacas alimentadas com rações bem balanceadas contendo cana-de-açúcar como único volumoso.

Mais recentemente com o surgimento no Brasil de confinamentos de gado de corte de grande porte, assim como o de fazendas leiteiras com rebanhos de médio a grande porte, tem aumentado o interesse da conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem. A escolha pelo uso da planta ensilada e não, *in natura*, como tradicionalmente é feito decorre das inúmeras vantagens operacionais e do aumento da flexibilidade do sistema de produção. O uso da planta na forma ensilada permite o corte em curto espaço de tempo, o aproveitamento da forragem, quando esta atinge seu máximo valor nutritivo, o manejo facilitado do canavial, além de permitir o uso da cana em caso de incêndios acidentais ou excesso de produção (PEDROSO, 2003). Entretanto a ensilagem da cana resulta em alguma perda de sacarose e conseqüentemente aumenta o teor de FDN na silagem.

Outro inconveniente desta forrageira na obtenção de silagem é seu alto conteúdo de açúcares solúveis que resulta em rápida proliferação de leveduras com produção de etanol e gás carbônico. De acordo com McDonald et al. (1991), apesar de o etanol produzido nas silagens de cana-de-açúcar ser potencialmente utilizado como substrato energético. O mesmo é rapidamente volatilizado no silo e no cocho, acarretando em perdas de até 48% de matéria seca.

Queiroz et al. (2005) estudaram silagem de cana-de-açúcar aditivada microbiologicamente oferecida para vacas holandesas em estágio intermediário de lactação, como volumoso exclusivo nas rações, comparando com cana fresca picada diariamente, com silagem de milho ou com uma mistura de 50:50 de cana fresca e silagem de milho. As rações com silagem de cana proporcionaram consumo de matéria seca maior que as rações com cana fresca ou silagem de milho. Entretanto, a produção de leite das vacas não variou entre os tratamentos (média de 24,9 kg/dia), embora a

ração com silagem de milho tenha proporcionado 1 kg de leite a mais por dia que as rações contendo cana.

2.2 Substituição do milho por polpa cítrica na alimentação de vacas em lactação

Embora no exterior a polpa fosse utilizada a décadas, no Brasil era praticamente desconhecida pelos produtores até meados de 1993, exatamente porque praticamente toda a produção era exportada (Carvalho, 1998). O preço competitivo da polpa cítrica em relação ao milho no estado de São Paulo na última década e a disponibilidade desse co-produto na entressafra do cereal estimulou a sua utilização em rações para bovinos de corte e de leite (Santos et al., 2005).

Não existe grande diferença na composição bromatológica da polpa cítrica peletizada nacional com relação aos valores apresentados nas Tabelas do NRC (2001), o qual atribui a este sub-produto, um valor energético de 85 a 90% do valor do milho (Stern e Ziemer, 1993). Ao contrário dos grãos de cereais, ricos em amido, a polpa de citrus é rica em pectina, açúcares e fibra de alta digestibilidade (Waiman e Dewey, 1988; Deaville et al., 1994) e apresenta características sob o aspecto de fermentação ruminal que a colocam como produto intermediário entre volumosos e concentrados (Fegeros et al., 1995). Com uma taxa e extensão de degradação similar aos carboidratos não estruturais, a fermentação da pectina aumenta a produção de acetato (Hatfield e Weimer, 1995)

Os carboidratos não fibrosos (CNF) como o amido, os açúcares e a pectina são as principais fontes energéticas nas rações para os bovinos com alto desempenho (NRC, 2001). Neste sentido, o milho é o concentrado energético mais estudado e empregado na alimentação de vacas leiteiras. Este cereal apresenta aproximadamente 72% de amido, variando de 65 a 80% da MS. A degradação ruminal do amido pode variar de 40 a 90% dependendo principalmente da fonte e do processamento adotado (NRC, 2001).

Entretanto, dietas ricas em amido são mais propensas a causarem acidose ruminal, com reduções no consumo de MS, na produção de leite, no teor de gordura do leite, podendo levar até mesmo à morte do animal (Kotarski et al., 1992). Assim, em rações com teores elevados de amido, ao redor de 30% da MS, uma redução na

quantidade desse nutriente pode ser benéfica. Nesse caso a substituição parcial do milho por polpa cítrica, ingrediente rico em pectina, pode melhorar o desempenho animal (Santos et al., 2001).

A pectina, fonte de energia prontamente fermentável presente na polpa cítrica, é quase totalmente degradável no rúmen, pois não está ligada covalentemente com a porção lignificada da parede celular (NRC, 2001). A fermentação da pectina é peculiar, gerando grande quantidade de energia por unidade de tempo, como ocorre com o amido e açúcares, porém com fermentação acética, que caracteriza a celulose e a hemicelulose, reduzindo os riscos de acidose. Em comparação com o amido, a pectina possui menor propensão em causar queda de pH ruminal, pois sua fermentação ruminal não leva à produção de lactato como a fermentação amilolítica (Van Soest, 1987 e 1994). A pectina é um carboidrato prontamente disponível para que haja máxima produção de proteína microbiana no rúmen, o que é fundamental uma vez que a proteína microbiana corresponde a 50 - 60% da proteína que chega ao intestino delgado da vaca (Clark et al., 1992).

Grant e Mertens (1992) demonstraram que suplementos contendo quantidades excessivas ou tipo inadequado de carboidratos podem afetar negativamente a fermentação ruminal. Aumento na quantidade de concentrado na dieta, especialmente se esta contém alta proporção de carboidrato rapidamente fermentável, combinado com redução na quantidade de alimentos fibrosos ou o tamanho de suas partículas, pode reduzir a percentagem de gordura do leite, como demonstram os trabalhos de Broster et al. (1978); Sutton (1989) e Stockdale et al. (1987).

Embora de acordo com o NRC (2001), a polpa cítrica peletizada tenha aproximadamente 85 a 90% do valor energético do milho moído fino, esta diferença não tem sido confirmada nos trabalhos de pesquisa (Santos et al, 2001; Carmo 2001; Nussio et al., 2000; Martinez, 2004; Economides, 1974; Van Horn et al., 1975; Luci et al., 1975; Belibasakis e Tsirgogianni, 1996 e Assis et al., 2000). De acordo com a maioria dos trabalhos revisados, a polpa cítrica peletizada quando em substituição parcial ao milho em rações para vacas em lactação, tem valor energético igual ou mesmo superior ao do milho. A explicação para este fato pode estar no efeito positivo no ambiente ruminal, devido à redução no teor de amido da dieta e elevação nos teores

de pectina e fibra de alta digestibilidade. A alta proporção de açúcar, pectina e fibra digestível na polpa cítrica peletizada, podem aumentar a geração de energia no rúmen em comparação ao milho, sem resultar em ambiente ruminal desfavorável. Com relação aos trabalhos conduzidos no Brasil é importante frisar que o milho utilizado é do tipo duro (flint) com amido menos digestível que o milho dentado reportado nas tabelas do NRC (2001).

Em relação à fontes ricas em amido, a inclusão de polpa cítrica na ração pode favorecer a digestão da FDN de forrageiras ricas em fibra como as pastagens tropicais ou a cana-de-açúcar. Nos trabalhos de Meijs (1986) e de Sayers (1999), o consumo de MS de pasto aumentou 0,7 kg vaca/dia quando concentrados ricos em fibra substituíram concentrados ricos em amido para vacas em início de lactação pastejando azevém. Para estágios mais avançados de lactação, o consumo de MS de pastagem de azevém e consumo de MS total foram similares para ambos os tipos de concentrados (Delahoy et al., 2003). A produção de leite aumentou no tratamento com concentrado rico em fibra no estudo de Meijs (1986), mantendo-se similar entre os dois tipos de concentrado nos estudos de Sayers (1999) e Delahoy et al. (2003).

Aumento nos teores de gordura do leite é uma característica interessante quando o leite é pago por este critério e a polpa cítrica pode contribuir para isso. Santos et al. (2001) e Deaville et al. (1994) observaram aumentos no teor e produção de gordura e na produção de leite corrigido para 3,5% de gordura quando 50% do milho da dieta, quer seja este floculado ou moído grosso, foram substituído por polpa cítrica peletizada na ração de vacas leiteiras. Por outro lado, Martinez (2004) não observou efeito da inclusão de níveis de polpa cítrica sobre a produção e concentração de gordura do leite.

Quando o teor de gordura do leite está abaixo de 3,5% com rações ricas em amido, a substituição parcial ou total do cereal por polpa cítrica peletizada geralmente aumenta o teor de gordura do leite. Tal comportamento foi observado nos estudos de Santos et al., (2001); Drude et al. (1971); Zervas et al., (1994) e Rojas et al. (2001). Quando o teor está ao redor de 3,5% ou maior, a inclusão de polpa cítrica peletizada na ração, normalmente não afeta o teor de gordura (Martinez, 2004; Economides, 1974; Lucci et al., 1975; Belibasakis e Tsirgogianni, 1996; e Assis et al., 2000).

Alteração na concentração e proporção de ácidos graxos voláteis quando se substitui milho por polpa cítrica tem sido documentada na literatura. Bhattacharya e Harb (1973) observaram menor concentração de ácidos graxos voláteis em dietas com 60% de polpa de citros. Alteração na relação acetato:propionato de 2,3 para 2,64 quando se incluiu polpa cítrica peletizada na ração também foi observada por Rojas et al. (2001). De acordo com Schaibly e Wing (1974), rações com altas quantidades de polpa cítrica peletizada podem causar limitação de substratos gliconeogênicos. Entretanto, Martinez (2004) trabalhando com vacas leiteiras mantidas em pastagens tropicais durante a estação chuvosa, não observou diferença na produção e composição do leite das vacas, quando o milho do concentrado foi substituído em 25, 50 e 75% por polpa cítrica.

Assis et al. (2004) avaliaram os efeitos da substituição de até 100% do milho pela polpa de citrus em rações para vacas leiteiras. Não houve diferença para produção de leite, teor de gordura, proteína, extrato seco total e extrato seco desengordurado, levando os autores a concluir que a polpa de citros pode substituir até 100% do milho em rações para vacas em lactação.

Belibasakis e Tsirgogianni (1996) não observaram diferença para produção de leite, teores de proteína, lactose e sólidos totais, mas os teor e produção de gordura do leite foi maior para os animais alimentados com polpa cítrica peletizada (4,48% e 1,06 kg/dia) que com milho (4,12 e 0,95 kg/dia).

Em revisão feita por Salvador et al. (2008) dentre onze experimentos oriundos de oito trabalhos publicados (Broderick et al., 2002; Fegeros et al., 1995; Leiva et al., 2000; Martinez, 2004; Scoton, 2003; Solomon et al., 2000; Tavares et al., 2005; Van Horn et al., 1975) a substituição total ou parcial de milho por polpa cítrica no concentrado resultou em redução significativa da produção de leite em três trabalhos com vacas de leite e um trabalho com ovelhas. Dentre os três experimentos realizados com vacas de alta produção leiteira (Broderick et al., 2002; Leiva et al., 2000; Solomon et al., 2000), em dois (Broderick et al., 2002; Leiva et al., 2000) se observou efeito negativo da substituição de milho por polpa, provavelmente refletindo a maior sensibilidade destes animais a variação no perfil de carboidratos do concentrado. Estes resultados sugerem

que é esperada queda na produção diária de leite quando polpa substitui milho em dietas para vacas de alta produção.

2.3 Suplementação com fontes de nitrogênio não protéico para vacas leiteiras

A alimentação é o principal componente dos custos de produção nas propriedades leiteiras. Dentre os nutrientes provenientes da alimentação, a proteína é o que mais pode onerar os custos de produção do leite (Imaizumi, 2005). Além disso, a deficiência desse nutriente pode comprometer o desempenho produtivo das vacas lactantes. Por outro lado, o excesso de proteína aumenta a demanda energética do animal para a excreção da amônia e também pode reduzir o desempenho reprodutivo do animal. Recentemente, tem aumentado a preocupação com a contaminação ambiental com amônia (MEYER, 2003). Estes fatos justificam o interesse na formulação de rações com teores adequados de proteína para bovinos leiteiros e de corte.

As fontes de compostos nitrogenados utilizadas na alimentação de bovinos podem ser classificadas como fontes de nitrogênio protéico e nitrogênio não-protéico (NNP). O NNP inclui qualquer componente que contenha nitrogênio (N), porém não na forma polipeptídica das proteínas. Considera-se que todo produto que possa liberar nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) no rúmen seja potencialmente viável na nutrição de ruminantes (ANDRADE, 1984).

Dos vários tipos de compostos NNP, pelo baixo custo a uréia é a mais utilizada, sendo esta extremamente solúvel e no rúmen é rapidamente convertida em amônia, no entanto se fornecida em doses elevadas pode ocasionar toxidez (MAYNARD et al., 1984).

A degradação da uréia libera amônia para o ambiente ruminal, servindo de fonte de nitrogênio para os microrganismos do rúmen. A amônia, pode ser incorporada nos esqueletos carbônicos pelas bactérias ruminais, dando origem a aminoácidos, os quais são utilizados por estes microrganismos para a síntese de proteína.

Vacas com produções inferiores a 35 kg de leite dia⁻¹ e animais a partir de determinada fase de crescimento, são capazes de utilizar uréia com grande eficiência quando esta é adicionada na ração na dose correta (SANTOS, 2006). A revisão de literatura realizada por Santos et al. (1998) agrupou 23 publicações onde a uréia

substituiu parcial ou totalmente as fontes de proteína verdadeira da ração. A produção de leite não foi afetada em 17 comparações, aumentou em duas e diminuiu em apenas 4. O teor de proteína do leite não foi afetado em 18 comparações e aumentou em 5. A produção média foi de 34 kg de leite dia⁻¹ para as vacas alimentadas com rações sem adição uréia e de 34,3 kg de leite dia⁻¹ para as com uréia, mostrando que para este nível de produção, a inclusão de fontes de NNP não prejudicou a produção.

Outros autores também avaliaram o efeito do uso de uréia para vacas em lactação sobre as características de produção e composição do leite. Guidi (1999) também não obteve diferença no consumo dos animais ao substituir parcialmente o farelo de soja por uréia, no teor de 1,1% da MS da ração. Imaizumi (2000) verificou que a uréia (1,3% da MS) associada ao farelo de soja, foi tão eficiente quanto o farelo de soja em suprir aminoácidos à glândula mamária de vacas em final de lactação produzindo entre 12 e 13 kg de leite/dia. Carareto (2007) não encontrou diferença na produção de leite de vacas recebendo silagem de milho quando 30% da PB do farelo de algodão foi substituída pela uréia. Aquino et al. (2007), compararam rações com cana-de-açúcar contendo farelo de soja como fonte protéica, ou uréia em substituição parcial deste, nas doses de 0,75 ou 1,5% da MS, para vacas com produção em torno de 22 kg de leite dia⁻¹ e não encontraram diferenças entre os tratamentos para o CMS e produção de leite.

Por outro lado, Silva et al., (2001) e Oliveira et al. (2001), utilizando níveis crescentes (0; 0,70; 1,4 e 2,1%) de uréia na ração, verificaram diminuição linear no consumo de alimentos e na produção de leite de vacas Girolandas e Holandesas, respectivamente. Imaizumi et al. (2006), estudaram a substituição parcial de farelo de soja por uréia (1% na MS da ração total) para vacas alimentadas com fonte de amido de alta degradabilidade ruminal (milho processado na forma de pipoca). O consumo de MS foi numericamente menor (19,8 x 18,1 kg de MS dia⁻¹) e a produção de leite foi estatisticamente menor (32,13 x 30,98 kg de leite dia⁻¹) para as vacas alimentadas com uréia.

Com relação à quantidade ideal de NNP utilizada, tentar fixar doses ótimas ou máximas de uréia por animal deixou de fazer sentido, pois com o desenvolvimento dos sistemas protéicos atuais, é possível balancear a ração em PDR (proteína degradável

no rúmen). A adequação de PDR deve ser o critério determinante para se ajustar a dose ótima de uréia (SANTOS, 2006).

A velocidade de liberação do nitrogênio amoniacal no rúmen é fator determinante na transformação da uréia em proteína. A liberação de amônia pela uréia se faz de forma rápida, sendo que parte do nitrogênio se perde havendo gasto de energia para sua excreção, podendo ocorrer uma contaminação ambiental ou, em casos de alta inclusão pode ser tóxica ao animal. Vários produtos alternativos visando diminuir a taxa de liberação de amônia foram estudados, porém com resultados muito variáveis (TEDESCHI et al., 2002).

Caso a degradação da uréia ocorra a uma velocidade maior do que a velocidade de assimilação da amônia pelas bactérias ruminais, ou maior do que a taxa de degradação dos carboidratos no rúmen, resultará em acúmulo e escape deste composto do rúmen (SATTER; ROFFLER, 1975). Portanto, para melhor aproveitamento da uréia como fonte de nitrogênio, há necessidade sincronizar a disponibilidade de amônia e de carboidratos no rúmen (TEDESCHI et al., 2002; HALL e HUNTINGTON, 2008).

A sincronização ruminal de carboidratos e proteína é estudada a mais de 30 anos e teoricamente poderia ter efeito positivo na síntese de proteína microbiana, na eficiência de uso de N, na diminuição da excreção urinária de N e conseqüentemente, melhorar o desempenho animal.

Russel et al. (1983), concluíram que a disponibilidade de carboidrato reduziu o acúmulo de amônia no rúmen quando avaliaram o efeito da limitação de carboidrato na degradação e utilização da caseína pelas bactérias ruminais.

Segundo Russel et al. (1992), a produção excessiva de amônia e sua conseqüente absorção ruminal aumentam a excreção urinária de compostos nitrogenados. Nocek e Russel (1988), afirmaram que, se a taxa de degradação de proteína exceder a de fermentação de carboidratos, grande quantidade de compostos nitrogenados pode ser perdida na urina, como por exemplo, a uréia. Por outro lado, se a taxa de fermentação de carboidratos for maior que a taxa de degradação da proteína, ocorrerá redução na produção de proteína microbiana.

De acordo com Huntington e Archibeque (1999), quando o aumento no suprimento de N não é acompanhado por um suprimento adicional de energia, a proporção de N-uréico na urina aumenta.

Entretanto, na maioria dos trabalhos revisados onde se avaliou o desempenho animal, não foram relatados benefícios significativos com a tentativa de sincronização da degradação entre energia e proteína no rúmen (HALL e HUNTINGTON, 2008). Apesar da falta de resposta animal, quantidades ideais destes nutrientes devem ser respeitadas para que o ambiente ruminal seja saudável e para que os microrganismos ruminais possam se desenvolver de forma satisfatória.

As tentativas de sincronização da produção ruminal de amônia com a disponibilidade de energia no rúmen estimularam as pesquisas e o desenvolvimento de compostos de liberação controlada de uréia.

Na tentativa de sincronizar a produção ruminal de amônia com a digestão de energia no rúmen, vários estudos foram realizados buscando o desenvolvimento de compostos de liberação controlada de uréia. No entanto as fontes de NNP desenvolvidos tais como a isobutilidina monouréia (MATHISON et al., 1994), o biureto (LÖEST et al., 2001), a uréia extrusada com amido (BARTLEY; DEYOE, 1975), a uréia tratada com formaldeído (PROKOP; KLOPFENSTEIN, 1977) e a uréia recoberta por óleo de semente de linhaça (FORERO et al., 1980), não têm se mostrado superiores à uréia convencional em termos de desempenho animal.

A falta de resposta positiva pode ser devido ao fato de parte substancial do NNP destes compostos passarem pelo rúmen sem ter sido convertida em amônia, reduzindo assim sua incorporação em proteína bacteriana. Também é possível que em alguns casos a formação de amônia a partir destes compostos no rúmen, embora mais lenta em relação à uréia, ainda seja rápida demais para melhorar a utilização do nitrogênio pelas bactérias ruminais (OWENS; ZINN, 1988; HENNING et al., 1993).

Nos últimos anos, mais uma fonte de NNP de liberação controlada passou ser estudado. Trata-se de uma fonte de nitrogênio não protéico, recoberta por um polímero poroso biodegradável que confere ao nitrogênio uma liberação por meio de difusão, lenta e uniforme no rúmen promovendo a liberação lenta da amônia, em até 16 horas, favorecendo a sincronia entre disponibilidade de nitrogênio e energia, além de melhorar

a eficiência de síntese microbiana, com incremento na taxa de conversão do nitrogênio em proteína microbiana. Trata-se de uma fonte altamente concentrada de nitrogênio, com 43% de N em sua molécula, que teoricamente pode melhorar a função ruminal, fornecendo nitrogênio às bactérias ruminais numa velocidade que otimize sua conversão em proteína bacteriana (AKAY et al, 2005).

A literatura ainda é escassa quanto ao uso de fontes de NNP de liberação controlada para vacas leiteiras. Na maioria dos trabalhos foi avaliado o desempenho de bovinos de corte (PROKOP; KLOPFENSTEIN, 1977; MATHISON et al., 1994;) ou foram conduzidos experimentos *in vitro* (LOEST et al., 2001; AKAY, 2004).

Outro possível benefício com o uso de fontes de NNP de liberação controlada seria a diminuição dos riscos de intoxicação por amônia, uma vez que não haveria pico de concentração de amônia no rúmen. Com isso seria possível obter uma maior inclusão de NNP na dieta animal sem haver riscos de prejudicar os animais.

Inostroza et al., (2009) trabalharam em 16 rebanhos comerciais, fornecendo ração total a base de silagem de milho, aproximadamente 43%, onde foi fornecido 114 g de ureia de liberação lenta por vaca dia⁻¹, substituindo uma quantidade equivalente de PB e verificaram um aumento na produção de leite quando a ureia de liberação lenta substituiu parte da PB da dieta.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Experimento 1

3.1.1 Local, clima e instalações experimentais

O trabalho foi conduzido no sistema de produção de leite do Centro de Treinamento de Recursos Humanos do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP na cidade de Piracicaba-SP. As coordenadas geográficas do município de Piracicaba-SP são: 22°43' de latitude Sul, 47°25' de longitude Oeste e 580 metros de altitude. O clima da região de Piracicaba é classificado como mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, denominado Cwa, com temperaturas médias inferiores a 18°C nos meses mais frios e superiores a 22°C durante a estação mais quente do ano (BRASIL, 1960).

Foram utilizados quatro piquetes de 500 m², com piso de terra, cocho de alimentação e bebedouros coletivos. A área de sombra dos piquetes era natural (árvores). As vacas permaneceram durante todo o período experimental nos mesmos piquetes, saindo dos mesmos apenas para serem ordenhadas (7:00h e 17:00h).

3.1.2 Período experimental

O período experimental teve duração de 84 dias entre os meses de agosto a novembro de 2008. O ensaio foi sub-dividido em quatro períodos de 21 dias cada, com 18 dias de adaptação e três dias de coletas de dados. As respectivas datas para cada período foram: período 1, de 10 de agosto a 30 de agosto; período 2, de 31 de agosto a 20 de setembro, período 3, de 21 de setembro a 11 de outubro e período 4, de 12 de outubro a 01 de novembro.

3.1.3 Animais experimentais

Foram utilizadas 24 vacas em lactação, sendo oito vacas da raça Holandesa e 16 vacas cruzadas Holandês/Jersey. As vacas receberam aplicações de somatotropina bovina recombinante (BST) de 14 em 14 dias, começando as aplicações 28 dias antes do início do experimento. Os animais foram divididos em quatro piquetes, resultando em seis animais por piquete. Os animais foram agrupados em blocos com base na

produção de leite, número de lactação, raça e dias em lactação. Na tabela 1 estão caracterizados os animais no início do período experimental.

Tabela 1 – Caracterização dos animais experimentais

Componentes	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Produção de leite, Kg dia ⁻¹	20,37	4,56	11,2	28,45
Números de partos	3	2,16	1	9
Estágio de lactação, dias	114	57	33	282
Peso corpóreo, Kg	488,66	90,34	328	681
Escore de condição corporal	2,75	0,30	2,25	3,25

3.1.4 Tratamentos experimentais

Foram comparadas quatro rações isoprotéicas, que diferiram quanto à fonte de NNP e a fonte energética: a) milho-uréia (MU), b) milho-uréia de liberação lenta (MO), c) polpa cítrica uréia (PU), d) polpa cítrica-uréia de liberação lenta (PO) (Tabela 2). Nos tratamentos PO e MO a uréia convencional foi substituída parcialmente (80%) pela uréia de liberação lenta (ULL). Tanto o milho quanto a polpa cítrica peletizada foram moídos finamente. Os alimentos concentrados foram previamente misturados e então adicionados ao volumoso em vagão misturador para a confecção da ração totalmente misturada (RTM). As rações foram fornecidas duas vezes ao dia (7:00h e 17:00h).

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais

Componentes	Tratamentos			
	MU	MO	PU	PO
Silagem de cana-de-açúcar, % MS	55,04	54,97	55,04	54,97
Milho moído fino, % MS	27,52	27,49	-	-
Polpa cítrica moída, % MS	-	-	26,42	26,39
Farelo de soja, % MS	13,76	13,74	14,86	14,84
Uréia, % MS	1,49	0,30	1,49	0,30
ULL, % MS	-	1,30	-	1,30
Supl. Min. e vit. , % MS	2,20	2,20	2,20	2,20
Composição química ¹				
Proteína Bruta, % MS	16,26	16,17	15,85	15,75
Fibra em detergente neutro, % MS	45,40	45,35	47,86	47,80
Fibra em detergente ácido, % MS	26,42	26,39	31,30	31,26
NDT ² , % MS	62,47	62,39	60,34	60,27

1-Composição química de acordo com análises realizadas no laboratório de bromatologia do departamento de zootecnia – Esalq.2-Calculado conforme Weiss, 1993.

As amostras dos ingredientes dos concentrados e do volumoso foram coletadas durante o período pré-experimental e submetidas às análises bromatológicas. Com base nessas análises os concentrados foram formulados.

3.1.5 Delineamento experimental e análises estatísticas

Os animais receberam quatro tratamentos em Quadrado Latino 4x4, composto por quatro tratamentos e quatro períodos, com um arranjo fatorial 2x2 sendo duas fontes de energia e duas fontes de NNP no concentrado. Cada baia contendo seis animais cada, foi considerada a unidade experimental.

Os parâmetros avaliados foram o consumo de matéria seca, a produção de leite, a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, os teores e produções de

gordura, proteína e lactose do leite, a concentração de N-uréico do leite, a contagem de células somáticas do leite, o escore de condição corporal e o peso corporal das vacas.

Os dados foram analisados utilizando-se o PROC GLM(General Linear Models) do pacote estatístico SAS (1999), versão 8 para Windows. Foi utilizado o LSMEANS para a obtenção das médias ajustadas dos tratamentos, com comparações utilizando-se o Teste Tukey ($P < 0,05$) quando pertinente.

3.1.6 Determinação da produção e composição do leite

As pesagens e amostragens do leite foram realizadas nos três dias do período de coleta, durante as duas ordenhas, às 7:00h e 17:00h, através do uso de medidores do tipo *Mark 5 Milk Meter*. Para a determinação da composição do leite, foram tomadas amostras proporcionais à produção individual do animal por ordenha. As amostras foram preservadas em frascos plásticos contendo conservante (2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol) e encaminhadas à Clínica do Leite, do Departamento de Zootecnia da USP/Esalq, para a realização das análises de proteína, gordura, lactose, nitrogênio uréico no leite (NUL) pelo processo de infravermelho e contagem de células somáticas pelo processo de citometria de fluxo. A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura foi calculada a partir da equação $[0,4324 * \text{produção de leite(Kg)} + 16,216 * \text{gordura(Kg)}]$, proposta por Tyrrel e Reid (1965).

3.1.7 Determinação da variação do peso vivo e do escore de condição corporal

O escore de condição corporal (ECC) foi avaliado no primeiro e último dia de cada período, sempre pelo mesmo indivíduo. A escala de ECC utilizada variou de 1 a 5 pontos, na qual 1 representa vacas muito magras e 5 vacas excessivamente gordas, classificadas a intervalos de 0,25 pontos, de acordo com Wildman et al. (1982).

A pesagem dos animais foi efetuada no primeiro e último dia de cada período, após a ordenha da manhã.

3.1.8 Determinação do consumo de matéria seca e de nutrientes

As rações foram fornecidas para as vacas duas vezes ao dia, às 7h00 e 17h00, utilizando-se vagão forrageiro misturador de ração total. Procurou-se ajustar o

fornecimento de ração total para se obter sobras em torno de 5% do peso total ofertado. As sobras foram pesadas e descartadas durante o período de coleta.

Para o cálculo de consumo de matéria seca, foram pesadas quantidades de rações oferecidas em cada refeição diária e as sobras durante os cinco últimos dias de cada período.

A silagem de cana-de-açúcar foi amostrada semanalmente para determinação do teor de MS (55°C por 72h), para efetuar os ajustes de fornecimento das rações aos animais.

3.1.9 Coleta de amostras dos ingredientes das rações

Para fins de análises bromatológicas, amostras dos ingredientes das rações foram coletadas durante os últimos três dias de cada período experimental. As amostras foram mantidas congeladas a -20C até a realização das análises bromatológicas.

3.1.10 Análises bromatológicas

As análises bromatológicas foram realizadas junto ao Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP.

As amostras de silagem de cana-de-açúcar foram descongeladas, compostas por cada período experimental, secas em estufas de circulação forçada de ar mantidas a 55°C por 72 horas e moídas em moinhos tipo *Willey*, em peneiras com malhas de 5 mm e posteriormente de 1mm. As amostras dos ingredientes concentrados (farelo de soja, polpa cítrica e milho moído fino), depois de descongelados, foram moídos em moinhos tipo *Willey*, em peneiras com malhas de 1 mm e compostas por período.

Tanto as amostras de silagem de cana-de-açúcar quanto dos ingredientes concentrados foram analisadas para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE) segundo AOAC (1990); proteína bruta (PB), por condutividade térmica pelo analisador de N (LECO FP-2000 *Nitrogen analyser*, *Leco Instruments, Inc. St. Joseph, MI*); As análises de FDN e de FDA e lignina foram feitas de acordo com o método proposto por Van Soest et al. (1991).

3.2 Experimento 2

3.2.1 Local e instalações experimentais

O trabalho também foi conduzido no Departamento de Zootecnia da ESALQ/SP em Piracicaba, assim como o experimento 1. Foram utilizadas quatro baias cobertas e com piso de concreto. As vacas permaneceram durante todo o período experimental nas mesmas baias.

3.2.2 Período experimental

O ensaio teve duração de 88 dias entre os meses de agosto a novembro de 2008. O ensaio foi dividido em quatro períodos de 22 dias cada, com 16 dias de adaptação e seis dias de coletas de dados. As respectivas datas para cada período foram: período 1, de 18 de agosto a 08 de setembro; período 2, de 09 de setembro a 30 de setembro; período 3, de 01 de outubro a 22 de outubro e período 4, de 23 de outubro a 14 de novembro.

3.2.3 Animais experimentais

Foram utilizadas 4 vacas Holandesas, não lactantes, não prenhas e canuladas no rumem.

3.2.4 Tratamentos experimentais

Foram comparadas as mesmas quatro rações do experimento 1. A ração totalmente misturada (RTM) foi preparada em vagão misturador com balança acoplada e fornecida duas vezes ao dia (8:00h e 18:00h).

3.2.5 Determinação do consumo de matéria seca

Procurou-se ajustar o fornecimento de ração total para se obter sobras em torno de 5% do peso total ofertado. As sobras foram pesadas e descartadas diariamente as 8:00h e 18:00h.

Para o cálculo de consumo de matéria seca, foram pesadas quantidades de rações oferecidas em cada refeição e as sobras, durante os últimos seis dias de cada período experimental.

A silagem de cana-de-açúcar foi amostrada semanalmente para determinação do teor de MS (55°C por 72h), para efetuar os ajustes de fornecimento das rações aos animais.

Para fins de análises bromatológicas, amostras dos ingredientes das rações foram coletadas juntas com as coletas do experimento 1 e das sobras foram coletadas durante os últimos seis dias de cada período experimental e compostas por período. As amostras foram mantidas congeladas a -20° C até o início das análises bromatológicas.

3.2.6 Coleta de amostras de ingredientes e análises bromatológicas

Os ingredientes foram os mesmo do Experimento 1, sendo assim foram adotados os valores de composição bromatológica já apresentados na Tabela 4.

3.2.7 Coleta de sangue e determinação do nitrogênio uréico no plasma

No penúltimo dia de cada período de coleta, amostras de sangue foram coletadas através de punção na veia coccígea e armazenadas em tubos de ensaio a vácuo contendo 5 mg fluoreto de sódio como anti-coagulante e 5 mg EDTA K3. As referidas coletas foram realizadas quatro horas após o fornecimento matinal e vespertino da dieta.

As amostras de sangue foram centrifugadas a 3.000 x g por 20 minutos para obtenção de plasma, acondicionadas em tubos de 2 mL do tipo “ependorff” e congeladas a -20° C para posterior determinação dos teores nitrogênio uréico no plasma (NUP). Os teores de NUP foram determinados utilizando-se o Kit N 535 (Sigma Chemical Co).

3.2.8 Parâmetros ruminais

No penúltimo dia de cada período foram tomadas amostras do fluído ruminal imediatamente antes da alimentação da manhã (tempo 0) e 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 e 24 horas após. A determinação do pH foi realizada imediatamente após a amostragem, através de potenciômetro digital (DMPH-2, DIGIMED), sendo as amostras armazenadas a -20°C para posteriores determinações das concentrações de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e nitrogênio amoniacal (N-NH₃).

As determinações dos AGCC e nitrogênio amoniacal foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da USP/Esalq. Para análise dos AGCC as amostras foram descongeladas e centrifugadas a 15.000 x g a 4°C por 20 minutos, e analisadas em cromatógrafo líquido-gasoso (Hewlett Packard 5890 Series II GC), equipado com integrador (Hewlett Packard 3396 Series II Integrator) e injetor automático (Hewlett Packard 6890 Series Injector), conforme descrito por Campos; Nussio e Nussio (2002).

O padrão interno utilizado foi o ácido 2-metilbutírico sendo acrescentado, em cada tubo para leitura no cromatógrafo, um volume de 100µl do padrão interno, 800 µl da amostra e 200µl de ácido fórmico. Uma mistura de ácidos graxos de cadeia curta com concentração conhecida foi utilizada como padrão externo para a calibração do equipamento.

Para determinação de nitrogênio amoniacal as amostras de fluido ruminal foram descongeladas e centrifugadas a 11.000 x g a 4°C durante 20 minutos, conforme método de Chaney e Marbach (1962) adaptado para leitura em placas de microtítulos em aparelho Microplate Reader BIO RAD com filtro para absorvância de 550 nm. Para a obtenção da curva de calibração foram utilizadas soluções de 0; 2; 4; 8; 16; 32 md dL⁻¹ de nitrogênio amoniacal. Uma alíquota de 40µL foi transferida para um tubo de ensaio, adicionada de 2,5 mL de reagente fenol e 2,0 mL de reagente hipoclorito e incubada em banho-maria a 37°C por 10 minutos. Em seguida, foram pipetadas em microplaca para realização das leituras.

3.2.9 Estimativa da digestibilidade aparente de nutrientes no trato digestivo total

As digestibilidades das rações e dos nutrientes no trato digestivo total foram estimadas através do emprego do indicador externo óxido crômico. Os animais receberam cápsulas de 10 g de óxido crômico em duas aplicações diárias, via rúmen e as fezes foram coletadas nos últimos cinco dias de cada período. Na tentativa de evitar o efeito da variação diurna na excreção de cromo, a coleta de fezes foi feita diretamente no reto dos animais em duas amostras diárias em horários crescentes, ou seja, adiantando-se 1 hora por dia. No primeiro dia foram coletadas amostras às 7 e às 13 horas, no segundo dia às 8 e às 14 horas até o ultimo dia, onde foram coletadas as

amostras às 11 e às 17 horas . Ao final do experimento, as amostras foram descongeladas e secas separadamente em estufa de ventilação forçada e, posteriormente, moídas em moinho em peneira com crivo de 1 mm. As amostras foram compostas por vaca e por período para posteriores análises de cromo.

Para determinação do cromo nas fezes foi utilizado a metodologia de fluorescência de raios X, no laboratório de Instrumentação Nuclear do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA-USP, descrita por Korndorfer et al. (2001).

Para os cálculos da produção de fezes (PF) e da digestibilidade (D) dos nutrientes foi utilizado as relações:

$$PF = \frac{\text{dose diária do indicador (g/dia)}}{\text{g do indicador nas fezes / g de MS fecal}}$$

$$D(\%) = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente fecal}}{\text{Nutriente Ingerido}} \times 100$$

3.2.10 Degradabilidade *in situ* da silagem de cana-de-açúcar

Para a determinação da degradabilidade *in situ* da silagem de cana-de-açúcar, cerca de 8,0 g de matéria seca da forragem moída em peneira de 5 mm foram acondicionados em sacos de náilon (com área aproximadamente de 10x20 cm) respeitando a relação 20 mg/cm² (NOCEK, 1988), e porosidade de 50 µm (BOWMAN et al., 1991).

Os sacos de náilon foram incubados em quadruplicatas (que posteriormente formaram uma única amostra de cada tempo) no rúmen por 0, 3, 6, 12, 24, 48, 60, 72, 96 e 120 horas. Após a pesagem dos sacos, estes foram selados para o fechamento, amarrados ao meio com linha de náilon com espessura de 0,7 mm.

As amostras foram incubadas após adaptação dos animais às rações experimentais. Os sacos foram colocados dentro do rúmen em ordem cronológica reversa, sendo retirados ao mesmo tempo, permitindo que a lavagem fosse homogênea para todos. Os sacos de náilon com amostras referentes ao tempo zero não foram incubados, porém realizou-se a lavagem juntamente com os demais.

Após a retirada dos sacos do rúmen, efetuou-se imediatamente a lavagem com água corrente. A lavagem foi realizada até que a água se apresentasse límpida, ou seja, sem resíduo do conteúdo ruminal.

Foi retirado o excesso de água dos sacos pressionando-os levemente contra as mãos, seguindo então para estufa de ventilação forçada a 55°C, onde permaneceram por 72 horas, sendo então, transferidos para dessecador durante 30 minutos. Após estes procedimentos, foi realizada a pesagem do material seco e os resíduos obtidos das quadruplicatas em cada tempo foram compostos e moídos em moinho tipo Willey com peneiras de malhas de 1 mm de diâmetro para posteriores análises bromatológicas.

Foram realizadas as análises para determinação de MS, MO e FDN. As determinações de MS e MO foram realizadas de acordo com AOAC (1990) e as determinações de FDN efetuadas no equipamento *Ankon (Ankon 200 Fiber analyser da Ankon Technology Corporation)* (VAN SOEST, 1991).

Os resultados das determinações bromatológicas das frações de MS, MO e FDN foram utilizados para posterior cálculo da degradabilidade potencial dos nutrientes (equação 1), conforme proposto por Orskov e McDonald (1979), seguindo recomendações propostas por Nocek e Kohn (1988):

$$DP=a+b(1-e^{-ct}) \quad (1)$$

Onde,

DP= degradabilidade potencial estimada;

A=fração rapidamente solúvel em água;

B=fração insolúvel, mas potencialmente degradável;

C=taxa de degradação da fração b;

E=logaritmo natural, que representa o tempo de colonização dos microrganismos das partículas dos alimentos, para início da degradação microbiana (lag time);

T=tempo de incubação (horas).

Para determinação da degradabilidade efetiva dos nutrientes, utilizou-se a equação (2), levando-se em conta as taxas de passagem de 2, 5, e 8% por hora, as quais

correspondem aos níveis de ingestão alimentar, baixo, médio e alto respectivamente, segundo preconizado pelo Agricultural Research Council (1984) (PIRES et al., 2006).

$$DE=a+[(b \times c)/(c+kp)] \quad (2)$$

Onde,

DE=degradabilidade efetiva (%);

A=fração rapidamente solúvel em água;

B =fração insolúvel,mas potencialmente degradável;

C=taxa de degradação da fração b;

Kp=taxa de passagem da digesta no rúmen (%/hora)

3.2.11 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento utilizado foi o Quadrado Latino 4x4, composto por quatro tratamentos e quatro períodos, formados por um arranjo fatorial 2x2 sendo duas fontes de energia e duas fontes de NNP no concentrado.

Os parâmetros avaliados foram: consumo de matéria seca, nitrogênio uréico no plasma, parâmetros ruminais (ácidos graxos de cadeia curta, pH ruminal e amônia ruminal), digestibilidade de nutrientes no trato digestivo total, degradabilidade *in situ* da silagem de cana-de-açúcar e da uréia de liberação lenta.

Os dados de CMS, parâmetros sanguíneos, digestibilidade dos nutrientes no trato digestível total foram submetidos ao PROC GLM (General Linear Models) do pacote estatístico SAS (1999), versão 8 para Windows.

Os dados de degradabilidade *in situ* da MS, MO e FDN da silagem de cana-de-açúcar, parâmetros ruminais (pH, AGCC e amônia) por terem medidas repetidas no tempo foram submetidos ao PROC MIXED dos recursos do pacote estatístico SAS (2003), versão 9.1.3 para Windows.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1

Os dados das análises bromatológicas dos ingredientes são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição bromatológica dos ingredientes das rações experimentais.

	% da MS						
	MS (%)	PB	FDN	FDA	Cinzas	Lignina	EE
Silagem de cana-de-açúcar	25,00	4,29	71,00	43,90	7,89	5,69	1,39
Milho	88,30	10,00	13,00	3,16	1,55	1,17	4,78
Polpa cítrica	86,00	6,02	22,55	-	6,02	1,71	1,86
Farelo de soja	89,00	50,30	20,18	10,13	6,19	1,22	1,66

MS=Matéria seca; PB= Proteína bruta; FDN= Fibra em detergente neutro; FDA= Fibra em detergente ácido; EE=Extrato etéreo

O teor baixo de MS e os teores elevados de FDN e de PB da silagem de cana-de-açúcar são típicos de cana imatura, colhida antes do ponto ideal. A composição bromatológica dos demais ingredientes está dentro dos padrões normais.

Os dados de consumo de matéria seca (CMS), produção e composição do leite, peso vivo e escore de condição corporal (ECC) obtidos neste estudo são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Consumo de matéria seca, produção, eficiência alimentar, composição do leite, peso vivo e ECC

	Tratamentos							
	MU	MO	PU	PO	EPM	P En	P Nt	P In
CMS Kg dia ⁻¹	16,06	15,63	16,27	16,33	0,18	0,03	0,29	0,11
Prod leite Kg dia ⁻¹	16,36	15,99	15,98	15,81	0,52	0,44	0,47	0,79
Prod LCG 3,5%Kg dia ⁻¹	17,58	17,28	17,17	17,04	0,66	0,21	0,40	0,73
Eficiência alimentar	1,09	1,10	1,05	1,04	0,04	0,13	0,96	0,83
Gordura %	4,03	4,06	3,98	4,04	0,06	0,61	0,85	0,50
Gordura Kg dia ⁻¹	0,65	0,64	0,64	0,63	0,02	0,19	0,28	0,90
Proteína %	3,32	3,32	3,35	3,31	0,05	0,81	0,69	0,65
Proteína Kg dia ⁻¹	0,54	0,53	0,53	0,53	0,02	0,63	0,63	0,63
Lactose %	4,27	4,39	4,32	4,39	0,02	0,49	0,06	0,41
CCS mil/mL	258,17	340,43	365,15	282,13	39,86	0,52	0,99	0,65
NUL, mg dL ⁻¹	17,85	18,68	17,96	19,50	0,69	0,48	0,10	0,59
Peso Vivo	487,41	493,50	486,45	493,95	5,11	0,92	0,07	0,79
Variação PV	-6,67	1,88	-5,96	2,04	1,89	0,90	0,02	0,93
ECC	2,72	2,74	2,74	2,72	0,01	0,35	0,35	0,35
Variação ECC	0,00	0,02	-0,01	0,02	0,008	0,12	0,75	0,35

CMS=consumo de matéria seca; LCG 3,5%=leite corrigido para teor de gordura igual a 3,5%, Eficiência alimentar=LCG 3,5%/CMS; CCS=contagem de células somáticas; NUL=nitrogênio uréico no leite; ECC=escore de condição corporal; MU= milho e uréia; MO= milho e ULL; PU=polpa e uréia; PO= polpa e ULL; EPM=erro padrão da média; Probabilidade para efeitos de: En= fontes energéticas, Nt= fontes de NNP e In= interação En x Nt

4.1.1 Consumo de matéria seca

O CMS dos animais experimentais foi alterado pelos tratamentos experimentais ($P < 0,05$). Os animais alimentados com milho apresentaram menor CMS que os alimentados com polpa cítrica. Nos trabalhos revisados onde a produção diária de leite das vacas foi entre 16 a 22 kg (Santos et al., 2001; Nússio et al., 2003; Carmo et al.,

2005), a substituição de 50% do milho por polpa cítrica não afetou o CMS de vacas alimentadas com silagem de milho.

No trabalho de Santos et al. (2001), a substituição de 50% do milho moído fino ou floculado por polpa cítrica não afetou o CMS de vacas produzindo ao redor de 22 kg de leite por dia e alimentadas com silagem de milho como volumoso.

Nússio et al. (2002) também não observaram efeito da substituição de 50% do milho moído fino ou floculado por polpa cítrica, no CMS de vacas com produções de leite entre 16 a 20 kg dia⁻¹ e alimentadas com silagem de milho.

A substituição de 50% do milho moído fino por polpa cítrica na ração de vacas alimentadas com silagem de milho e com produções de leite ao redor de 18,6 kg dia⁻¹ também não afetou o CMS, Carmo (2005).

Miron et al. (2002) , não encontraram diferenças no CMS de vacas leiteiras, recebendo silagem de milho e concentrados experimentais com 20% de milho moído e 10% de polpa cítrica ou com 21% de polpa cítrica e 9% de milho moído. O CMS foi de 22,2 kg dia⁻¹ e 20,7 kg dia⁻¹ respectivamente.

Segundo Orskov (1987), apesar da polpa de citrus apresentar valores médios de FDA, esta apresenta um baixo teor de lignina (1%), o que possibilita alta digestibilidade ruminal da sua fração fibrosa, o que provavelmente não deve se constituir em fator limitante ao consumo de matéria seca.

Em dois trabalhos onde a produção de leite das vacas alimentadas com silagem de milho foi ao redor de 28 a 31 kg de leite dia⁻¹, a substituição parcial (50% ou 75%) ou total do milho moído fino por polpa cítrica reduziu o CMS. Carmo (2005) substituiu 0, 25, 50 e 75% do milho moído fino por polpa cítrica na ração. Os consumos de MS foram 22,86, 22,52, 21,40 e 20,00 kg vaca⁻¹ dia⁻¹ respectivamente. No trabalho de Salvador et al. (2008) as rações continham silagem de milho e duas combinações de milho moído fino e polpa cítrica, sendo 10% de milho + 24% de polpa versus 33% de polpa exclusiva na MS da ração. Os animais do tratamento com polpa cítrica exclusiva tiveram o menor CMS (19,4 kg dia⁻¹) comparado com os animais do tratamento com polpa e milho (20,5 kg dia⁻¹). Em vacas com produções diárias próximas ou maiores que 30 kg de leite, é possível que a grande capacidade de hidratação das partículas de polpa cítrica, que

pode causar aumento do volume da digesta, seja o fator responsável pela redução no consumo.

No presente estudo, o maior CMS das vacas alimentadas com polpa cítrica pode ser explicado pelo menor valor energético da polpa em comparação ao milho (76% NDT e 86% de NDT respectivamente).

A fonte de NNP não afetou o CMS ($P>0,05$) de vacas alimentadas com silagem de cana-de-açúcar.

Carareto (2007) substituiu parcialmente a PB do farelo de soja por uréia convencional ou uréia de liberação lenta, para vacas com produções ao redor de 20 kg de leite dia⁻¹ e alimentadas com silagem de milho. Assim como no presente estudo, a substituição da uréia convencional pela uréia de liberação lenta não afetou o CMS.

Golombesk et al. (2006) relataram redução no CMS(21,3 x 19,9 kg⁻¹ vaca dia⁻¹) quando substituíram parcialmente o farelo de soja por uréia de liberação lenta (0,61% na MS) para vacas em lactação produzindo ao redor de 26 kg de leite dia⁻¹ e alimentadas com silagem de milho.

4.1.2 Produção de leite

Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$) para as produções de leite e de leite corrigido para teor de gordura igual a 3,5%.

Para vacas com produções diárias de leite entre 16 a 22 kg e alimentadas com silagem de milho (Santos et al., 2001; Nússio et al., 2003; Carmo et al., 2005), a substituição de 50% do milho moído ou floculado por polpa cítrica não afetou a produção de leite. Entretanto, no trabalho de Santos et al. (2001) a inclusão de polpa aumentou a produção de leite corrigido para teor de gordura igual a 3,5%.

Para vacas mantidas em pastagens de capim Elefante, Martinez (2004) não encontrou diferenças na produção de leite (18,30 kg dia⁻¹; 18,90 kg dia⁻¹; 18,70 kg dia⁻¹; 18,80 kg dia⁻¹), quando substituiu parcialmente (0%, 25%, 50% e 75%) o milho moído fino por polpa cítrica no concentrado desses animais.

Em dois trabalhos onde a produção de leite das vacas alimentadas com silagem de milho foi ao redor de 28 a 31 kg de leite dia⁻¹, a substituição parcial (50% ou 75%) ou

total do milho moído fino por polpa cítrica reduziu a produção de leite (Carmo 2005; Salvador et al., 2008) e de leite corrigido para 3,5% de gordura Carmo (2005).

Carmo (2005) substituiu 0, 25, 50 e 75% do milho moído fino por polpa cítrica na ração. As produções de leite foram 29,64, 31,11, 29,17 e 27,94 kg vaca⁻¹ dia⁻¹ respectivamente. O fator determinante da redução na produção de leite com a substituição de 50 ou 75% do milho por polpa cítrica foi a redução no CMS (22,86, 22,52, 21,40 e 20,00 kg vaca⁻¹ dia⁻¹ respectivamente). A substituição de 25% do milho por polpa cítrica na ração não afetou o CMS e aumentou as produções de leite e de leite corrigido para 3,5% de gordura das vacas. Os autores sugeriram que o efeito positivo desta dose de polpa cítrica foi devido à redução do teor de amido que estava excessivo (acima de 30%) na ração exclusiva com milho.

No trabalho de Salvador et al (2008) as vacas alimentadas com rações contendo 33% de polpa cítrica, tiveram menor produção de leite (27,5 kg dia⁻¹) que as vacas que receberam rações contendo 10% de milho moído e 24% de polpa cítrica (28,4 kg dia⁻¹). Os autores atribuíram a menor produção de leite ao menor CMS das vacas alimentadas com a ração exclusiva com polpa cítrica.

Com base nos valores energéticos apresentados nas tabelas de composição nutricional do NRC (2001) ou estimados com base nas suas análises bromatológicas, esperava-se que vacas alimentadas com milho apresentassem maior produção de leite que as alimentadas com polpa cítrica quando o CMS fosse o mesmo. Nos trabalhos revisados acima, quando o CMS não é alterado pela inclusão de polpa cítrica, como relatado para vacas com produções de até 22 kg de leite dia⁻¹, o valor energético da polpa não é inferior ao do milho. Isso pode ser explicado pelo tipo de milho utilizado nos trabalhos conduzidos no Brasil, que é do tipo duro ou "flint", o qual apresenta amido menos digestível que o milho dentado usado na América do Norte.

No presente estudo, a polpa cítrica aumentou o CMS, mas não afetou a produção de leite, sugerindo menor eficiência alimentar, ou seja, menor valor energético que o milho. Porém não se observou diferença significativa na eficiência alimentar entre os tratamentos experimentais $P(>0,05)$.

Preston E Leng (1978) afirmaram que o desempenho de bovinos em crescimento alimentados com cana-de-açúcar corrigida apenas com uréia é limitado pelo baixo

CMS, causado pela falta de glicose (amido não degradável no rúmen) e aminoácidos no intestino delgado desses animais. Os resultados obtidos neste estudo com cana-de-açúcar, assim como os relatados por Martinez (2004) com pastagens de capim Elefante com vacas produzindo entre 16 a 20 kg de leite dia⁻¹, não corroboram a teoria de Preston E Leng (1978) quanto à necessidade de suprir amido não degradável no rúmen para bovinos alimentados com cana-de-açúcar para a otimização do desempenho.

A ausência de efeito da fonte de NNP está de acordo com os poucos trabalhos publicados sobre o assunto.

Carareto (2007) substituiu parcialmente a PB do farelo de soja por uréia convencional ou uréia de liberação lenta, para vacas em lactação produzindo ao redor de 20 kg de leite dia⁻¹ e alimentadas com silagem de milho. A substituição da uréia convencional (19,5 kg de leite dia⁻¹) pela uréia de liberação lenta (19,8 kg de leite dia⁻¹) não afetou a produção de leite.

No estudo de Golombesk et al. (2006) a substituição parcial do farelo de soja pela uréia de liberação lenta reduziu o CMS dos animais, porém não afetou a produção de leite (26,1 x 26,2 kg de leite dia⁻¹) consequentemente melhorou a eficiência alimentar das vacas em 11%. Nesse trabalho não houve comparação com a uréia convencional.

Galo et al. (2003) avaliaram três rações (18% de PB com ou sem adição 0,77% na MS de uréia de liberação lenta e uma com 16% de PB com 0,77% na MS de uréia de liberação lenta). O CMS dos animais não foi afetado pelos tratamentos, porém a produção de leite foi maior ($P < 0,05$) para os animais do tratamento com 18% de PB sem uréia de liberação lenta (35,6 kg de leite dia⁻¹), intermediária para os animais do tratamento com 18% de PB com uréia de liberação lenta (34,8 kg de leite dia⁻¹) e menor com a ração com 16% de PB com uréia de liberação lenta (33,8 kg de leite dia⁻¹).

Apesar da ausência de efeito da fonte de N sobre o CMS e a produção de leite, a fonte de uréia de liberação lenta aumentou o ganho de peso vivo das vacas ($P < 0,05$). Este fato sugere um maior valor energético das rações com essa fonte de N em comparação com a uréia, ou maior síntese de proteína microbiana e de proteína metabolizável para o intestino. O aumento do fluxo de proteína metabolizável para o

intestino parece pouco provável com base no trabalho de Voltolini (2006) que não reportou aumento na produção de leite com aumento na dose de farelo de soja para vacas produzindo ao redor de 15 litros de leite e alimentadas com cana-de-açúcar corrigida com 1% de uréia na matéria natural.

4.1.3 Teor de gordura

A substituição de fontes energéticas ricas em amido por fontes ricas em pectina e fibra digestível como a polpa cítrica pode melhorar o ambiente ruminal e favorecer a digestão da fibra da ração (Santos et al., 2001). Teoricamente, a manutenção de concentração adequada de N amoniacal no rúmen ao longo do dia pode favorecer a digestão de fibra no rúmen (NRC, 2001). Nesse caso, o uso de fontes de NNP de liberação lenta poderia ser vantajoso em relação ao uso da uréia convencional, a qual apresenta picos 2 a 4 horas após o fornecimento e queda nos horários mais distantes da alimentação. A combinação dos fatores discutidos acima pode favorecer a degradação ruminal da fibra, aumentar a proporção de acetato e reduzir a geração de ácidos graxos de cadeia trans no rúmen, fatores que favorecem a síntese de gordura do leite pela glândula mamária.

Apesar do discutido acima, no presente estudo as fontes de energia e de NNP testadas não afetaram ($P>0,05$) o teor e a produção de gordura do leite. Com relação à substituição de milho por polpa cítrica na ração de vacas leiteiras, há inconsistência quanto aos efeitos nos teores de gordura do leite.

Diferente do observado no presente estudo, Van Horn et al. (1975), Lucci et al. (1975), Belibasakis E Tsirgogiani (1996) e Santos et al. (2001) reportaram aumentos nos teores e produções de gordura do leite com a substituição do milho por polpa cítrica nas rações de vacas leiteiras. No trabalho de Santos et al. (2001) houve aumento expressivo nos teores e produções de gordura do leite de vacas alimentadas com silagem de milho, quando o milho moído fino ou floculado foram substituídos parcialmente (50%) pela polpa cítrica. Os teores de gordura do leite observados foram 2,98%, 3,19%, 3,47% e 3,59% e as produções de gordura do leite foram 0,67 kg dia⁻¹; 0,67 kg dia⁻¹; 0,77kg dia⁻¹ e 0,78 kg dia⁻¹ para os tratamentos milho moído fino, milho floculado, milho moído fino mais polpa e milho floculado mais polpa respectivamente. É

importante frisar que as rações com milho exclusivo continham mais de 30% de amido na MS.

Assim como no presente estudo, na revisão de Bargo et al. (2003) e nos trabalhos de Nussio et al. (2002), Scoton (2003), Carmo (2005) e Salvador et al. (2008) com vacas confinadas recebendo silagem de milho como volumoso principal e no trabalho de Martinez com vacas em pastagens de capim Elefante, a substituição parcial ou total do milho por polpa cítrica não afetou os teores de gordura do leite.

No estudo de Salvador et al. (2008) vacas leiteiras recebendo silagem de milho, e alimentadas com mistura de polpa e milho ou apenas com polpa cítrica não diferiram quanto aos teores (3,65% e 3,64% respectivamente) e a produção de gordura do leite. Segundo os autores a não alteração nos teores de gordura do leite pode ser atribuída ao fato de que ambas as rações estavam adequadas em fibra efetiva. Segundo Armentano e Pereira (1997) o aumento no teor de gordura do leite com a inclusão de co-produtos fibrosos na ração é normalmente detectável quando estes substituem cereais em rações deficientes em FDN de forragens.

Carmo (2005) relatou melhor produção de leite de vacas alimentadas com silagem de milho quando o teor de amido da ração foi reduzido de 31,5% para 26% com a substituição de 25% do milho moído fino por polpa cítrica na ração. A substituição de 50 ou 75% do milho, baixando os teores de amido para 20% ou menos, reduziu o CMS e a produção de leite das vacas. Os teores de gordura do leite não foram alterados pelos tratamentos.

Martinez (2004) não observou diferenças no teor de gordura do leite de vacas mantidas em pastagens de capim Elefante (3,53%, 3,50%, 3,54%, 3,55%) quando substituiu 0%, 25%, 50% ou 75% respectivamente do milho por polpa cítrica no concentrado.

As variações nas respostas quanto ao teor de gordura do leite nos trabalhos revisados podem ser consequência de fatores como o teor de FDN efetiva e o teor de amido das rações. No presente estudo a ausência de efeito das fontes energéticas sobre o teor de gordura do leite era esperada uma vez que as rações continham 39% de FDN de forragem, valor bem acima dos preconizados pelo NRC (2001) para manutenção de ambiente ruminal adequado para a digestão de fibra. Além deste teor

alto de FDN de forragem, as rações com milho continham no máximo 20% de amido. Este valor normalmente não é alto o suficiente para afetar negativamente o ambiente ruminal e comprometer a síntese de gordura do leite, especialmente com rações altas em FDN de forragem.

Com relação à substituição da uréia convencional por fonte de uréia de liberação lenta, há poucos dados na literatura sobre seus efeitos na produção e composição do leite.

Carareto (2007) substituiu parcialmente a PB do farelo de soja por uréia convencional ou uréia de liberação lenta, para vacas produzindo ao redor de 20 kg de leite dia⁻¹ e alimentadas com silagem de milho. Verificou-se que a substituição da uréia convencional pela uréia de liberação lenta (3,80%) não afetou o teor de gordura do leite (3,90 x 3,80% respectivamente).

Galo et al. (2003), substituíram parcialmente fontes de proteína verdadeira ou ureia convencional por ureia de liberação lenta (0,77% na MS) para vacas leiteiras recebendo silagem de milho e não encontraram diferenças nos teores de gordura do leite.

O efeito do uso da uréia de liberação lenta substituindo parcialmente o farelo de soja em rações de vacas leiteiras (0,61% de ureia de liberação lenta na MS), não alterou o teor de gordura no leite (GOLOMBESKI et al, 2006).

4.1.4 Teor de proteína

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para o teor de proteína e produção de proteína do leite entre os tratamentos. A resposta de vacas leiteiras à fontes ricas em amido versus fontes ricas em açúcares e pectina parece ser dependente do nível de produção de leite das vacas.

Nos trabalhos de Van Horn et al. (1975), Santos et al. (2001), Nussio et al. (2002), , Carmo (2005), Scoton (2003), Martinez (2004) e Tavares (2005), a substituição de milho por polpa cítrica não afetou o teor de proteína do leite. Estes trabalhos tiveram em comum o fato de terem sido utilizadas vacas no terço médio ou final de lactação, com produções geralmente inferiores a 22 kg de leite dia⁻¹. Os dados do presente estudo estão de acordo com os trabalhos citados acima.

Nos trabalhos com vacas produzindo acima de 27,5 kg de leite dia⁻¹ (Solomon et al., (2000); Broderik et al., (2002); Moreira et al. (2004), Costa et al., (2005), e Salvador et al., 2008), a substituição parcial ou total do milho por polpa cítrica reduziu o teor de proteína do leite.

Carmo (2005) substituiu 0, 25, 50 e 75% do milho moído fino por polpa cítrica na ração de vacas alimentadas com silagem de milho. As produções de leite foram 29,64, 31,11, 29,17 e 27,94 kg vaca⁻¹ dia⁻¹. Houve redução linear nos teores de proteína bruta (3,08, 3,06, 3,02, e 2,97% respectivamente) do leite com a inclusão de polpa cítrica na ração.

No estudo de Salvador et al, (2008) com vacas leiteiras recebendo silagem de milho, a substituição total de milho moído fino por polpa cítrica peletizada reduziu o teor e a produção de proteína do leite (3,21% e 0,895 kg dia⁻¹ x 3,16% e 0,855 kg dia⁻¹ respectivamente). Segundo os autores, 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.

Em vacas com alta produção de leite, a redução na síntese de proteína do leite com a substituição do milho por polpa cítrica pode ser consequência do menor aporte de aminoácidos, glicose e energia para a glândula mamária. Esse menor aporte de nutrientes pode ser devido ao menor CMS (Carmo, 2005) ou menor síntese de proteína microbiana e de propionato no rúmen, independente do CMS.

As fontes de NNP não afetaram a síntese de proteína do leite no presente estudo.

Teoricamente espera-se um efeito positivo de fontes de uréia de liberação lenta em relação à uréia convencional, quando há limitação na síntese de proteína microbiana devido à alta velocidade de liberação de amônia no rúmen e absorção deste composto pelo sistema portal. No presente estudo o teor de PB das rações ficou acima do requerido por vacas produzindo ao redor de 16 kg de leite dia⁻¹. As rações foram formuladas inicialmente com base na produção das vacas na fase pré-experimental, que foi ao redor de 20 kg de leite dia⁻¹. Além desse fato, o teor de PB da silagem de cana-de-açúcar foi maior que o previsto. Este fato pode ter limitado as chances da fonte de uréia de liberação lenta ter qualquer efeito positivo no desempenho dos animais.

Entretanto, Carareto (2007) substituiu parcialmente a PB do farelo de soja por uréia convencional ou uréia de liberação lenta, para vacas em lactação produzindo ao redor de 20 kg de leite dia⁻¹ e alimentadas com silagem de milho. Assim como no presente estudo a substituição da uréia convencional pela uréia de liberação lenta não afetou o teor de proteína do leite (3,14 x 3,12% respectivamente).

Galo et al. (2003), substituíram parcialmente fontes de proteína verdadeira ou uréia convencional por uréia de liberação lenta (0,77% na MS) para vacas leiteiras recebendo silagem de milho e não encontraram diferenças nos teores de proteína do leite.

4.1.5 Teor de lactose

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para o teor de lactose do leite.

A lactose é o mais importante constituinte osmótico do leite, por estar associada à secreção de água e ao volume de leite produzido e por ser dependente de glicose para sua síntese. A glicose sanguínea é proveniente principalmente da gluconeogênese hepática a partir de propionato e lactato produzidos no rúmen e aminoácidos absorvidos pelo intestino delgado. Pouca glicose é absorvida no intestino delgado a partir da digestão do amido. Na realidade o fluxo líquido de glicose na veia porta é zero ou negativo em vacas leiteiras (Huntington, 1997). A substituição parcial ou total de fontes ricas em amido por fontes ricas em pectina pode reduzir a proporção de propionato e aumentar a de acetato no rúmen. Dessa forma poderia haver menor disponibilidade de glicose na glândula mamária para a síntese de lactose com a adição de polpa cítrica na ração. Segundo Schaibly e Wing (1974) dietas com altas quantidades de polpa cítrica podem implicar em limitação de substratos gliconeogênicos.

Entretanto, assim como no presente estudo, Santos et al. (2001), Nussio et al. (2002), Scoton (2003), Martinez (2004), Moreira (2004), Carmo (2005) e Salvador et al. (2008) não observaram redução no teor de lactose do leite quando o milho foi substituído por polpa cítrica na ração.

Com relação às fontes de NNP, Carareto (2007) também que não observou alterações no teor de lactose quando substituiu a uréia convencional pela uréia de liberação lenta.

4.1.6 Teor de N uréico do leite (NUL)

Não houve diferença ($P>0,05$) no teor de NUL entre os tratamentos. As concentrações de NUL observadas foram acima do recomendado para vacas produzindo entre 13 e 19 kg de leite dia⁻¹ (De PETERS et al. 1992). Isto indica excesso de PB ou de PDR (proteína degradável no rúmen) nas rações experimentais. Apesar da concentração de PB das rações estar acima do requerido (NRC, 2001), o uso de uréia de liberação lenta deveria resultar em menor concentração de NUL em comparação à uréia convencional.

Carareto (2007) observou aumento no teor de NUL, quando substituiu a uréia convencional (7,2 mg dL⁻¹) pela uréia de liberação lenta (9,30 mg dL⁻¹), porém esses valores observados foram muito baixos, indicando que pode ter havido falta de PDR nas rações. Inostroza et. al (2009) observaram aumento no NUL, quando substituíram parte da PB da dieta de vacas leiteiras recebendo silagem de milho por ULL, mas os valores, tanto para os animais do tratamento controle (12,4 mg dL⁻¹) quanto para os animais que receberam ULL (13,2 mg dL⁻¹) estão dentro de uma faixa normal, com valores entre 10 e 16 mg dL⁻¹ como padrões de referência (JONKER et al., 1998).

As fontes energéticas testadas não afetaram as concentrações de NUL no presente estudo. O mesmo foi relatado por Martinez (2004) com vacas mantidas em pastagens de capim elefante.

Entretanto, Carmo (2005) reportou redução nos teores de NUL quando a polpa cítrica substituiu 50% do milho na ração de vacas alimentadas com silagem de milho e produzindo ao redor de 18 kg de leite dia⁻¹. Carmo (2005) relatou redução linear nos teores de NUL de vacas produzindo ao redor de 30 kg de leite dia⁻¹, também alimentadas com silagem de milho, quando a polpa cítrica substituiu 0, 25, 50 ou 75% do milho da ração. Os dados de NUL de Carmo (2005) precisam ser analisados com cuidado pois a redução no CMS com a inclusão de polpa cítrica resultou em menor consumo de PB nessas rações, gerando confundimento entre os fatores.

Em contrapartida, Leiva et al.(2000) relataram menores valores de NUL em vacas alimentadas com milho que com polpa cítrica (8,81 x 9,57 mg dL⁻¹). Segundo os autores esse resultado sugere menor eficiência no uso da proteína dietética para produção de leite nas rações com polpa cítrica.

4.2 Experimento 2

Os dados da análise bromatológica dos ingredientes são apresentados na Tabela 3, sendo os mesmo ingredientes utilizados no experimento 1.

Os resultados de CMS, N-uréico plasmático, N-NH₃ ruminal, pH ruminal, concentrações ruminais de C2, C3, C4, AGCCT e relação C2/C3 obtidos nesse estudo estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Consumo de MS e parâmetros ruminais

	Tratamentos							
	MU	MO	PU	PO	EPM	P En	P Nt	P In
CMS, Kg dia ⁻¹	12,63	12,99	13,90	13,35	0,39	0,04	0,79	0,21
N-ureico plasmático 13,mg dL ⁻¹	23,32	23,50	21,07	21,60	0,95	0,27	0,84	0,92
N-ureico plasmático 22,mg dL ⁻¹	21,75	24,55	18,72	19,32	1,22	0,17	0,55	0,69
N-NH ₃ ruminal mg dL ⁻¹	23,61	22,44	17,42	16,91	0,56	<0,001	0,39	0,73
pH ruminal	6,69	6,68	6,79	6,84	0,01	0,003	0,31	0,51
C2, mMol/mL	59,39	60,48	58,75	59,50	0,54	0,45	0,39	0,86
C3, mMol/mL	17,28	17,48	17,10	17,54	0,22	0,88	0,46	0,76
C4, mMol/mL	10,71	11,07	10,16	9,86	0,13	0,01	0,90	0,24
C2/C3	3,46	3,51	3,50	3,45	0,22	0,83	0,99	0,32
AGCCTotal mMol/mL	92,09	94,10	90,31	91,13	0,87	0,17	0,39	0,71

CMS= consumo de matéria seca; N-ureico plasmático 13= amostras coletadas quatro horas após o fornecimento matinal da ração; N-ureico plasmático 22= amostras coletadas quatro horas após o fornecimento vespertino da ração; N-NH₃= nitrogênio amoniacal, C2=acetato; C3=propionato; C4=butirato; C2/C3=relação acetato/propionato; AGCC=ácidos graxos de cadeia curta; EPM=erro padrão da media; MU= milho e uréia; MO= milho e ULL; PU=polpa e uréia; PO= polpa e ULL; EPM=erro padrão da média; Probabilidade para efeitos de: En= fontes energéticas, Nt= fontes de NNP e In= interação En x Nt

4.2.1 Consumo de matéria seca

Os dados de consumo de matéria seca (CMS), obtidos neste estudo são apresentados na Tabela 5.

Assim como no Experimento 1, o CMS foi menor ($P < 0,05$) para os animais que receberam as rações com milho (12,63 e 12,99 kg MS dia⁻¹) em comparação aos animais que receberam as rações com polpa cítrica (13,90 e 13,35 kg MS dia⁻¹). Da mesma forma que no Experimento 1, não houve efeito de fonte de NNP sobre o CMS ($P > 0,05$).

Conforme os trabalhos revisados na literatura e discutidos no Experimento 1, não foram encontrados relatos de aumento de CMS com substituição parcial do milho por polpa cítrica, ao contrário, para vacas com produções elevadas houve redução no CMS. O aumento no CMS com a inclusão de polpa cítrica na ração poderia ser explicada seja por um menor valor energético da polpa em relação ao milho, seja por um possível efeito positivo da polpa na digestão da fração fibrosa da cana-de-açúcar em comparação ao milho.

Com base nos dados da Tabela (12) as digestibilidades da MS das rações com polpa foram maiores ($P < 0,01$) que as digestibilidades com milho. Isto explicaria os aumentos nos CMS observados nos Experimentos 1 e 2 com a inclusão de polpa cítrica na ração. Com valores de digestibilidade ao redor de 60% o CMS é regulado pelo fator enchimento do trato digestivo (MERTENS, 1994).

Maior CMS com maior digestibilidade deveriam resultar em maior produção de leite ou de ganho de peso com polpa cítrica no Exp. 1. Entretanto não houve efeito de fonte energética na produção de leite e no ganho de peso das vacas. Uma vez que o experimento de digestibilidade foi conduzido com vacas secas, com menor CMS que as vacas em lactação, não se pode afirmar com certeza que essa maior digestibilidade das rações com polpa cítrica tenha ocorrido também para as vacas em lactação.

O CMS não foi afetado ($P > 0,05$) pela fonte de NNP no presente estudo, assim como para as vacas em lactação do experimento 1.

4.2.2 Nitrogenio ureico no plasma

Os valores do nitrogênio uréico no plasma são apresentados na Tabela 5.

Não houve efeito de tratamento ($P > 0,05$) para concentração de nitrogênio uréico no plasma. Os valores encontrados para a concentração de N-uréico neste trabalho estão altos, indicando um elevado teor de PB bruta nas dietas experimentais. O intervalo

entre 13,52 a 15,15 mg/dL, representa o limite a partir do qual as perdas de N seriam iniciadas pelo animal (Valadares et al.1997).

Paula et al. (2009) encontraram diferenças significativas nos valores médios da concentração de uréia sérica entre os animais dos tratamentos uréia convencional (16,21 mg/dL) e tratamento com ureia de liberação lenta (14,76 mg/dL).

Martinez (2004), não encontrou diferenças significativas na concentração de N-ureico entre os animais experimentais, quando substituiu parcialmente (25%, 50% e 75%) o milho pela polpa cítrica no concentrado de vacas leiteiras em pasto de capim elefante. Condizente com Scoton, (2003), que não encontrou diferenças na concentração de N-ureico entre os animais, quando substituiu o milho pela polpa cítrica nas dietas experimentais de vacas confinadas recebendo silagem de milho.

A concentração de N-ureico no plasma não acompanhou a variação na concentração de N-NH₃ no rúmen que foi menor com polpa cítrica.

4.2.3 Parâmetros ruminais

4.2.3.1 Concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal

Os valores médios de concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal são apresentados na Tabela 5 e na Figura 1.

Houve efeito de tratamento ($P < 0,05$) para a concentração média de N amoniacal no fluido ruminal. Os animais dos tratamentos com polpa cítrica apresentaram valores mais baixos ($P < 0,05$) de N amoniacal que os alimentados com milho (17,16 mg dL⁻¹ e 23,02 mg dL⁻¹ respectivamente).

Aparentemente a polpa cítrica foi capaz de gerar maior quantidade de energia fermentável que o milho e provavelmente maior síntese de proteína microbiana.

Salvador et al. (2008) substituíram o milho pela polpa cítrica no concentrado de vacas leiteiras recebendo silagem de milho e não observaram diferenças na concentração média de N amoniacal dos animais experimentais (21,6 mg dL⁻¹, tratamento com milho e 20,15 mg dL⁻¹, tratamento com polpa). Entretanto, três horas após a alimentação a concentração de N amoniacal foi mais alta nos animais dos tratamentos com milho, sugerindo que o amido, de alta vitreosidade em estágio

avançado de maturação, pode ter induzido menor taxa de crescimento microbiano logo após a alimentação do que os carboidratos da polpa cítrica.

Santos et al. (2001), avaliaram o processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa cítrica e não observaram diferenças na concentração de N amoniacal no fluido ruminal dos animais experimentais, condizente com Assis et al. (2000).

As fontes de NNP não afetaram as concentrações de N-NH₃ ruminal. As explicações para o fato seriam, a proteção insuficiente da fonte de NNP ou o teor alto de proteína da ração que pode ter mascarado o efeito da fonte de NNP de liberação lenta.

De Paula et al. (2009), trabalharam com vacas mestiças (holandês x zebu), secas e canuladas no rúmen, recebendo feno de *Brachiaria brizanta*, avaliaram os efeitos da incubação da uréia convencional e ureia de liberação lenta sobre os parâmetros ruminais e observaram diferenças na concentração média de N amoniacal, sendo que os animais do tratamento com uréia convencional tiveram o menor valor (15,49 mg dL⁻¹) comparado com os animais do tratamento com uréia de liberação lenta (24,13 mg dL⁻¹).

Valinote e Leme (2005) estudaram a substituição da ureia convencional pela ureia de liberação lenta, trabalhando com búfalos canulados no rúmen, que recebiam dieta com 80% de cana-de-açúcar, encontraram diferenças nas concentrações de N amoniacal apenas duas horas após o fornecimento da ração, entre os animais dos tratamentos uréia convencional (13,19 mg dl⁻¹) e uréia de liberação lenta (10,02 mg dl⁻¹).

Taylor-Edwards et al. (2008), substituíram a uréia convencional pela uréia de liberação lenta, na dieta de novilhos com peso médio de 529 kg de PV, recebendo silagem de milho e observaram diferenças na concentração de N amoniacal entre os animais do tratamento controle (14,1mM) e os animais do tratamento com uréia de liberação lenta (8,9 mM).

No estudo de Golombesk et al. (2006) a substituição parcial do farelo de soja pela ureia de liberação lenta não alterou a concentração de N amoniacal (tratamento

com a ureia de liberação lenta $5,93 \text{ mg dL}^{-1}$, tratamento controle $5,87 \text{ mg dL}^{-1}$) no rúmen de vacas em lactação recebendo silagem de milho como volumoso.

De acordo com os estudos acima há uma inconsistência nos resultados, demonstrando a necessidade de mais estudos em relação a fontes de ureia de liberação lenta e o controle efetivo na liberação do nitrogênio.

Os valores de concentração média de N amoniacal no fluido ruminal dos animais experimentais nos diferentes tempos de colheita são apresentados na Figura 1.

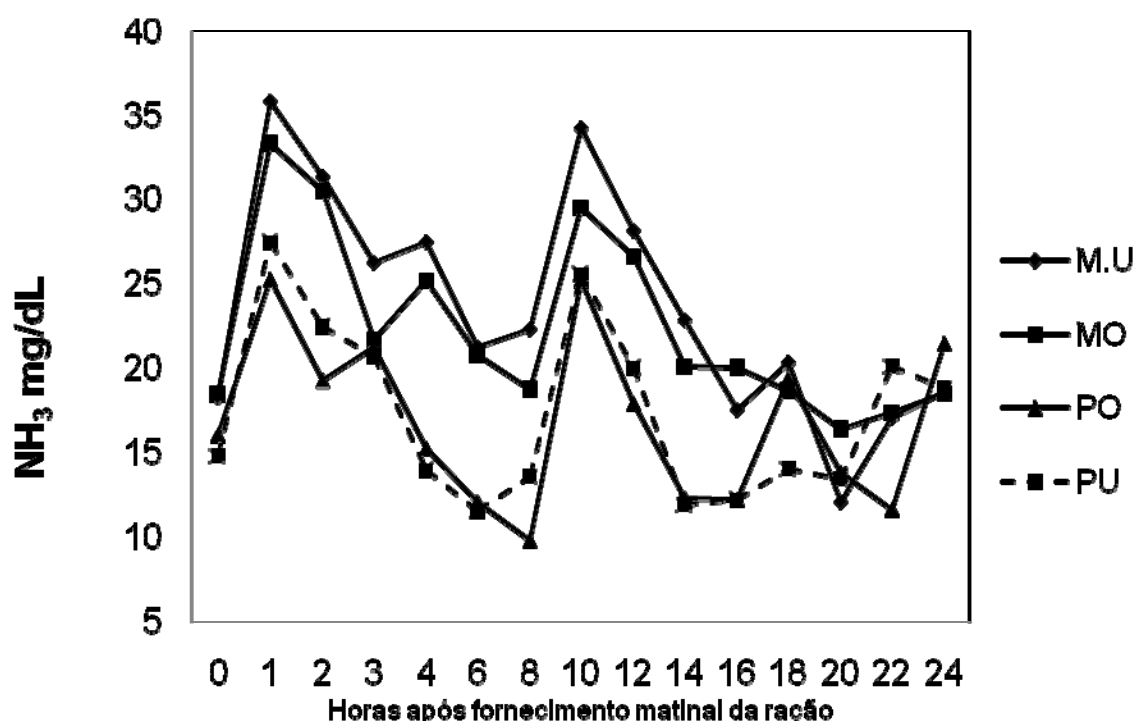


Figura 1 – Nitrogênio amoniacal no fluido ruminal

4.2.3.2 pH ruminal

Na Tabela 5 e Figura 2 pode-se observar os valores médios do pH ruminal.

Houve efeito de tratamento ($P < 0,05$) para pH no fluido ruminal, que foi mais baixo nas rações com milho do que nas com polpa cítrica. Entretanto, do ponto de vista nutricional, as diferenças de valores de pH foram muito pequenas, e dificilmente

poderiam explicar qualquer diferença entre os resultados obtidos. Os valores observados foram iguais ou maiores que 6,68, valor este que não causa nenhuma limitação na digestão de fibra (STROBEL E RUSSEL, 1986). Valores de pH ruminal, para dietas à base de forragem, oscilam entre 6,4 a 7,0 (CHURCH, 1993), sendo que as bactérias celulolíticas são inibidas sempre que o pH for menor que 6,0. Valores de pH na faixa de 6,5 são considerados ideais para a atividade proteolítica, segundo Owens e Zinn (1998), embora valores mais elevados possam incrementar a exposição da fonte nitrogenada da dieta à ação das enzimas digestivas, favorecendo a digestão da fibra.

Salvador et al. (2008), substituindo o milho pela polpa cítrica no concentrado de vacas leiteiras recebendo silagem de milho, não observaram diferenças no valor do pH médio dos animais (6,72 tratamento com milho e 6,73, tratamento com polpa), o que esta de acordo com Leiva et al.(2000), Assis et al, (2000) e Santos et al. (2001) que também não encontraram variação nos valores médios do pH ruminal. Segundo Santos et al. (2001), embora os valores médios para os tratamentos com polpa não tenham se diferenciado significativamente dos demais, o que está de acordo Carvalho (1998). Existem dados conflitantes na literatura, como Pinzon e Wing (1975) que observaram diminuição dos valores de pH ruminal à medida que se incluiu a polpa de citrus e em outros trabalhos, a polpa de citrus provocou até aumento de pH ruminal, como Wing (1975).

As fontes de NNP não afetaram o pH ruminal ($P > 0,05$).

Taylor-Edwards et al. (2008), substituíram a uréia convencional pela uréia de liberação lenta, na dieta de novilhos com peso médio de 529 kg de PV, recebendo silagem de milho e não observaram diferenças no pH ruminal entre os animais do tratamento controle (6,54) e os animais do tratamento com uréia de liberação lenta (6,47).

De Paula et al. (2009), trabalhando com vacas mestiças (holandês x zebu), secas e canuladas no rúmen, recebendo feno de *Brachiaria brizantha*, avaliaram os efeitos da incubação da uréia convencional e ureia de liberação lenta sobre os parâmetros ruminais e não observaram diferenças no pH ruminal entre os animais que receberam uréia convencional (pH 6,82) comparado com os animais que receberam uréia de liberação lenta (6,78).

Valinote e Leme (2005) estudando a substituição da ureia convencional pela ureia de liberação lenta, trabalhando com búfalos canulados no rúmen, que recebiam uma dieta com 80% de volumoso à base de cana-de-açúcar, também não encontraram diferenças no pH ruminal entre os animais que receberam uréia convencional (pH 6,62) e animais que receberam uréia de liberação lenta (pH 6,72).

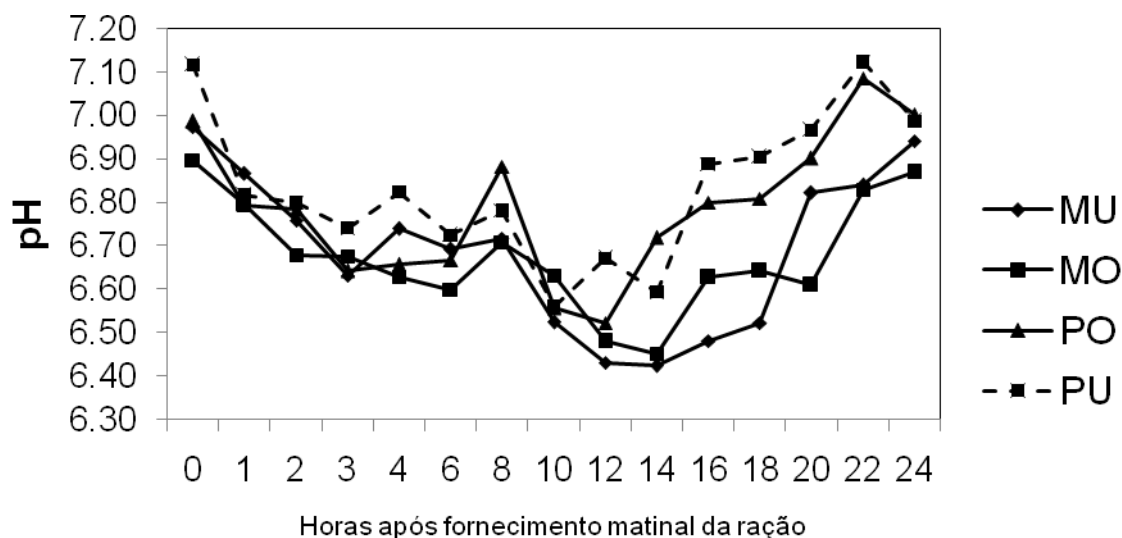


Figura 2 - pH ruminal

4.2.3.3 Ácidos graxos de cadeia curta no fluido ruminal

Os valores médios de concentração de acetato (C2), propionato (C3), butirato (C4), concentração total de ácidos graxos de cadeia curta total (AGCC) e relação C2/C3 no fluido ruminal são apresentados na Tabela 5.

Não houve efeito de tratamento ($P > 0,05$) para a concentração de acetato, propionato, concentração total de ácidos graxos de cadeia curta total e relação C2/C3 no fluido ruminal. Houve efeito de tratamento ($P < 0,05$) para a concentração média de butirato entre os tratamentos. Os animais dos tratamentos MO e MU tiveram maiores valores de concentração de C4 (11,07 mMol/mL e 10,71 mMol/mL respectivamente) comparados com os animais dos tratamentos PO e PU (10,16 mMol/mL e 9,86 mMol/mL respectivamente).

Taylor-Edwards et al. (2008), substituíram a uréia convencional pela uréia de liberação lenta, na dieta de novilhos com peso médio de 529 kg de PV, recebendo silagem de milho, não observaram diferenças nas proporções molares de C2, C3, C4 e concentração total de AGCC no fluido ruminal entre os animais do tratamento controle (62 mM, 20 mM, 14,3 mM, 99,7mM) e os animais do tratamento com uréia de liberação lenta (63,6 mM, 21,4 mM, 14,5mM, 103,2mM) respectivamente.

Salvador et al. (2008), substituindo o milho pela polpa cítrica no concentrado de vacas leiteiras recebendo silagem de milho, não observaram diferenças nos valores médios da concentração ruminal de C2, C3, C4, relação C2/C3 e produção total de AGCC entre os tratamentos o que é, condizente com Leiva et al.(2000) e Santos et al. (2001) que também não encontraram variação nos valores médios da concentração ruminal de C2, C3,C4, produção total de AGCC e ralação C2/C3. No entanto Santos et al. (2001) encontraram efeito significativo da inclusão de polpa cítrica sobre a proporção molar de C2, onde os animais do tratamento milho moído grosso com polpa cítrica apresentaram valores superiores (63,5 mMol) quando comparados com milho floculado (58,1 mMol) e milho floculado com polpa cítrica (61,0 mMol), sendo que o tratamento milho floculado com polpa cítrica apresentou maior proporção molar de C2 ruminal em relação ao milho floculado.Estes resultados estão de acordo com a maior parte dos trabalhos encontrados na literatura. Segundo Van Soest (1987), a substituição de produtos com alto teor de amido, por alimentos com alto teor de pectina na dieta de ruminantes favorece a fermentação acética no rúmen.

Os valores médios da produção total de AGCC no fluido ruminal dos animais experimentais nos diferentes tempos de colheita são apresentados na Figura 3.

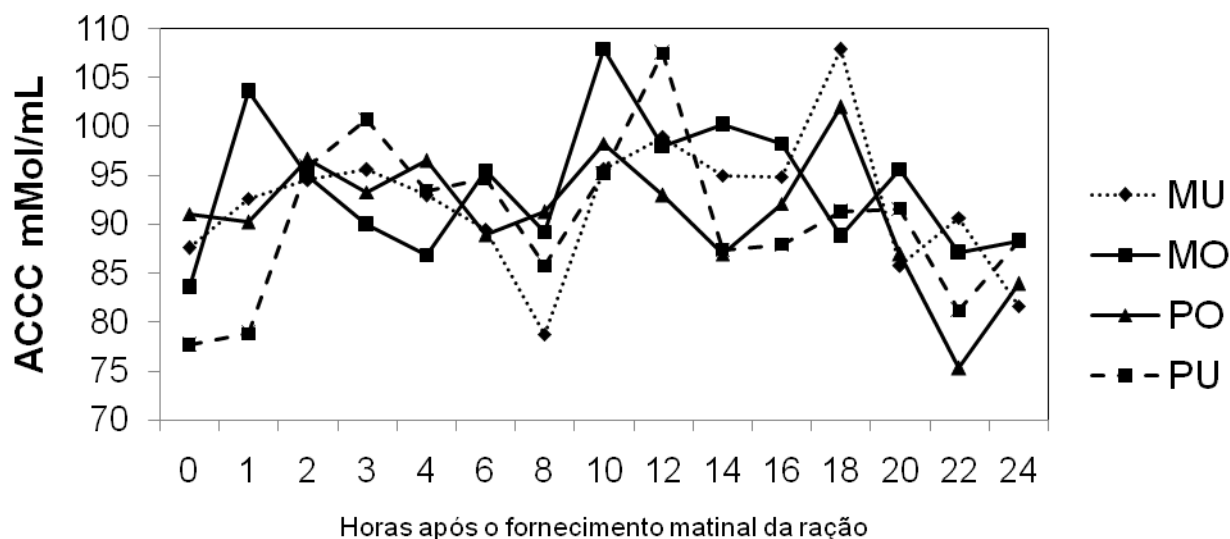


Figura 3 - Produção total de AGCC no fluido ruminal

4.2.4 Digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestível total

Os valores médios da digestibilidade aparente no trato digestível total da MS, PB e FDN são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Digestibilidade aparente de nutrientes no trato digestível total

	Tratamentos				EPM	P En	P Nt	P In
	MU	MO	PU	PO				
Dig. MS,%	65,66	62,93	68,98	66,20	1,16	0,06	0,11	0,97
Dig. PB,%	75,95	72,46	78,86	74,63	1,93	0,31	0,16	0,86
Dig. FDN,%	56,06	52,79	59,27	55,09	1,87	0,34	0,25	0,85

Dig. MS=digestibilidade aparente da MS; Dig. PB=digestibilidade da PB; Dig. FDA=digestibilidade da FDA; Dig. FDN=digestibilidade da FDN; EPM=erro padrão da media; MU= milho e uréia; MO= milho e ULL; PU=polpa e uréia; PO= polpa e ULL; Probabilidade para efeitos de: En= fontes energéticas, Nt= fontes de NNP e In= interação En x Nt

Não houve efeito de tratamento ($P > 0,05$) para digestibilidade aparente no trato digestível total da PB e FDN. Porém houve efeito $P (< 0,1)$ de aumento na digestibilidade da MS quando a polpa cítrica substituiu o milho nos concentrados experimentais. Os

animais que receberam os tratamentos PU e PO tiveram maior digestibilidade da MS (54,69% e 50,85% respectivamente) do que os animais que receberam os tratamentos MU e MO (49,83% e 45,85% respectivamente). Essa diferença pode ser explicada pela maior taxa de degradabilidade ruminal da pectina em comparação a do milho duro ou “flint” utilizado no presente estudo.

Assis et al. (2000) substituíram o fubá de milho pela polpa cítrica (0%, 33%, 67% e 100%) em rações para vacas leiteiras e não encontraram variação nas digestibilidades aparentes dos nutrientes (MS, PB e FDN). Segundo os autores este resultado pode ser explicado pela alta degradabilidade da fibra contida na polpa cítrica, impedindo diferenças nas digestibilidades dos nutrientes, quando esta substitui o amido do fubá de milho.

Salvador et al. (2008) trabalharam com vacas leiteiras recebendo silagem de milho, avaliaram a resposta da substituição total do milho moído fino por polpa cítrica peletizada e encontraram diferenças significativas ($P < 0,05$) para os valores médios da digestibilidade da MS (68,3% tratamento milho e 66,8% tratamento polpa), porém não encontraram diferenças nos valores médios da digestibilidade da FDN (40,5% tratamento milho e 39,2% tratamento polpa).

Eifert et al. (2006), trabalharam com vacas cruzadas Holandes-Gir, alimentadas com silagem de milho e estudaram a substituição total do milho pela polpa cítrica nos concentrados experimentais e encontraram diferenças significativas ($P < 0,05$) na digestibilidade da FDN entre os tratamentos (49,13% tratamento com milho e 56,23% tratamento com polpa). Segundo os autores a menor digestibilidade da FDN verificada na dieta com milho pode ser explicada pela maior concentração de carboidratos não fibrosos na dieta.

No estudo de Santos et al. (2001) a inclusão da polpa cítrica na dieta aumentou significativamente ($P < 0,05$) a digestibilidade aparente da FDN e FDA no trato total. Segundo os autores esse aumento na digestibilidade, provavelmente ocorreu devido a uma maior participação de fibra altamente digestível proveniente da polpa cítrica associada a uma menor quantidade de carboidratos não estruturais sendo fermentados no intestino grosso. Os mesmos autores não encontraram diferenças na digestibilidade aparente da PB no trato total.

As fontes de NNP não afetaram a digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestivo total ($P>0,05$).

Valinote (2005), não encontrou diferenças na digestibilidade aparente da MS, PB, FDA e FDN quando substituiu 84% da uréia convencional pela uréia de liberação lenta na dietas à base de cana-de-açúcar fornecidas para búfalos (digestibilidade da MS: 69,59%, PB: 73,82%, FDA: 44,88% e FDN: 42,05% para tratamento com uréia convencional e digestibilidade da MS: 70,85%, PB: 74,42%, FDA :41,77% e FDN: 38,05% para o tratamento com uréia de liberação lenta). Galo et al. (2003), substituíram parcialmente fontes de proteína verdadeira ou uréia convencional por uréia de liberação lenta (0,77% na MS) para vacas leiteiras recebendo silagem de milho e encontraram diferenças significativas na digestibilidade da MS (69,3% tratamento com uréia de liberação lenta e 65,9% tratamento com uréia convencional), digestibilidade da PB (69,3% tratamento com uréia de liberação lenta e 66,1% tratamento com uréia convencional) e digestibilidade da FDA (44,2% tratamento uréia de liberação lenta e 49,4 % tratamento uréia convencional) mas não encontraram diferenças significativas para a digestibilidade da FDN (49,9% tratamento uréia liberação lenta e 48,8% tratamento uréia convencional).

4.2.5 Degradabilidade *in situ* da Silagem de cana-de-açúcar

Os valores médios das variáveis da degradabilidade da MS, da MO e da FDN da silagem de cana-de-açúcar são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Variáveis da degradabilidade *in situ* da MS, da MO e da FDN da silagem de cana-de-açúcar

Variáveis	MS							
	Tratamentos							
	MU	MO	PU	PO	EPM	P En	P Nt	P In
A (%)	29,01	31,41	29,58	28,73	0,58	0,38	0,51	0,19
B (%)	38,00	35,84	37,75	38,84	0,53	0,23	0,61	0,16
C (%)	32,95	32,74	32,66	32,42	0,11	0,06	0,13	0,92
c (%/h)	3,84	3,62	3,44	3,52	0,11	0,41	0,82	0,61
DP	64,60	64,34	64,09	64,49	0,20	0,75	0,90	0,56
DE (Kp=2%/h)	53,99	54,43	53,41	53,50	0,20	0,16	0,59	0,72
DE (Kp=5%/h)	45,51	46,48	44,94	44,78	0,27	0,07	0,46	0,32
DE (Kp=8%/h)	41,33	42,63	40,91	40,60	0,32	0,07	0,41	0,20
Variáveis	MO							
	Tratamentos							
	MU	MO	PU	PO	EPM	P En	P Nt	P In
A (%)	32,76	35,48	34,67	32,43	0,64	0,63	0,83	0,06
B (%)	37,18	33,99	35,26	37,76	0,64	0,41	0,75	0,03
C (%)	30,06	30,53	30,07	29,80	0,25	0,37	0,79	0,35
c (%/h)3,48	3,65	4,39	3,45	3,68	0,29	0,46	0,45	0,68
DP	67,11	66,91	66,77	67,43	0,24	0,90	0,75	0,55
DE (Kp=2%/h)	56,68	58,09	56,87	56,83	0,29	0,44	0,33	0,31
DE (Kp=5%/h)	48,37	50,83	48,99	48,38	0,41	0,26	0,25	0,08
DE (Kp=8%/h)	44,35	44,17	45,24	44,28	0,44	0,21	0,24	0,03
Variáveis	FDN							
	Tratamentos							
	MU	MO	PU	PO	EPM	P En	P Nt	P In
A (%)	5,47	12,65	8,10	5,66	1,12	0,34	0,30	0,06
B (%)	54,28	46,66	51,47	54,39	1,19	0,32	0,34	0,05
C (%)	40,26	40,69	40,43	39,94	0,28	0,60	0,96	0,42
c (%/h)3,48	3,48	3,16	3,51	3,41	0,11	0,54	0,38	0,62
DP	55,27	54,09	55,28	55,38	0,38	0,42	0,51	0,44
DE (Kp=2%/h)	39,92	41,09	40,77	39,95	0,34	0,86	0,83	0,24
DE (Kp=5%/h)	27,73	30,71	29,24	27,72	0,51	0,52	0,53	0,06
DE (Kp=8%/h)	21,92	25,90	23,73	21,93	0,63	0,43	0,43	0,06

A%=fração solúvel em água; B%=fração potencialmente degradável; C%=fração não degradável; c(%/h)=taxa de depreciação; DP=degradação potencial; DE=degradação efetiva nas taxas de passagens de 2,5,e 8%/h; MU= milho e uréia; MO= milho e ULL; PU=polpa e uréia; PO= polpa e ULL; EPM=erro padrão da média; Probabilidade para efeitos de: En= fontes energéticas, Nt= fontes de NNP e In= interação En x Nt

A degradação efetiva da MS da silagem de cana-de-açúcar para taxa de passagem entre 5 e 8% foi maior ($P < 0,1$) nas rações com milho em comparação as com polpa cítrica. Do ponto de vista nutricional, as diferenças foram muito pequenas. Esse resultado contradiz o que se encontra na literatura sobre os efeitos negativos de fontes de amido na digestão de forragens e de prováveis efeitos benéficos de fontes com pectina (VAN SOEST, 1994). A ausência de efeito negativo do amido do milho na digestão da FDN em comparação a polpa cítrica pode ser função do consumo baixo de milho pelas vacas ou baixa degradabilidade ruminal do amido do milho duro ou “flint”, ou ambas as condições.

Para taxa de passagem de 2%/h não houve efeito de fonte energética na degradação efetiva da silagem de cana-de-açúcar. Salvador et al. (2008) não encontraram diferenças significantes na degradabilidade *in situ* da MS da silagem de milho entre os animais que tiveram o milho substituído pela polpa cítrica nas dietas experimentais. Demonstrando que os tratamentos não criaram um ambiente ruminal diferentes, capazes de alterar a degradabilidade do volumoso.

Houve interação ($P < 0,05$) entre fonte energética e fonte de NNP para a degradabilidade *in situ* da FDN da silagem de cana-de-açúcar. Nas rações com milho os maiores valores foram observados com fonte de ULL. Na ração com polpa cítrica os maiores valores foram observados com uréia convencional. Uma hipótese para explicar tais resultados seria que com o milho duro utilizado no experimento, a degradação ruminal da fração de carboidratos não fibrosos não é tão rápida quanto com polpa cítrica. Dessa forma, poderia haver benefício de fonte de ULL com milho mas não com a polpa cítrica.

Houve interação entre fonte energética e protéica para degradação ruminal da MO da silagem de cana-de-açúcar ($P < 0,05$). Assim como a FDN, os maiores valores nas rações com milho foram com ULL. Com polpa cítrica os melhores valores foram com uréia convencional. Galo et al. (2003) e Golombeski et al. (2006), não encontraram diferenças significativas na degradabilidade *in situ* da MS das dietas experimentais.

Os valores médios do desaparecimento da MS da silagem de cana-de-açúcar nos diferentes tempos de incubação são apresentados na Figura 4.

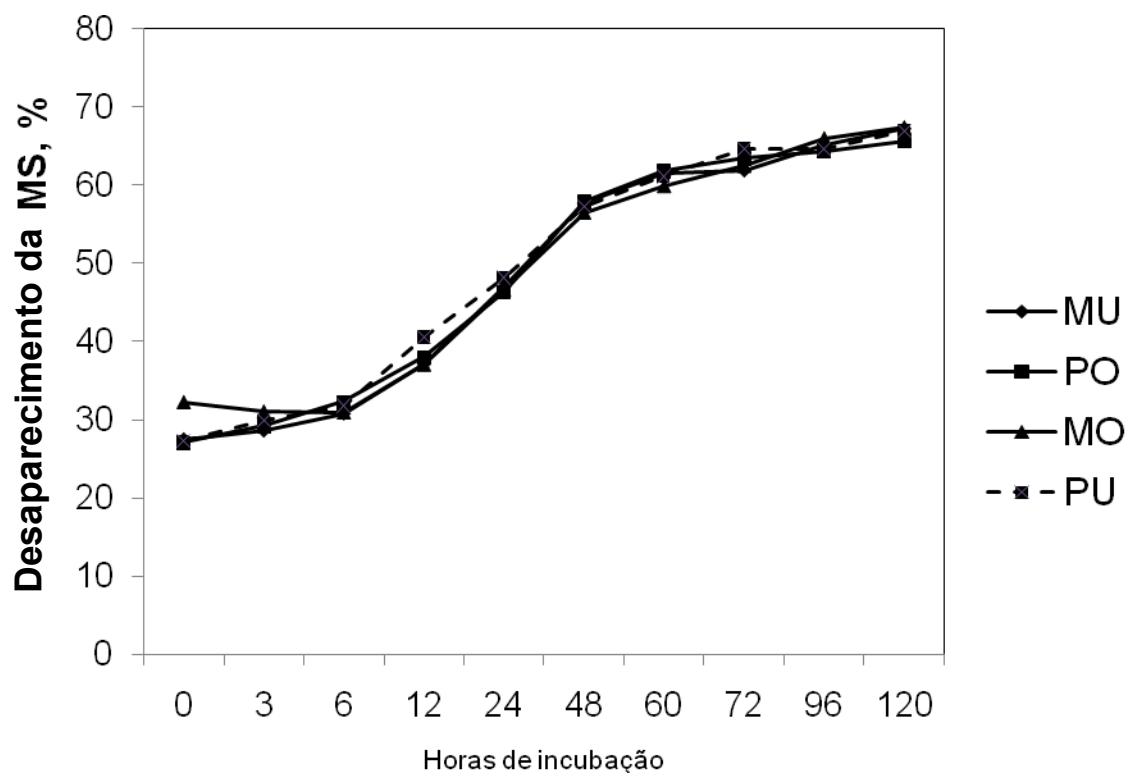


Figura 4 - Desaparecimento da MS da silagem de cana-de-açúcar

5 CONCLUSÕES

5.1 Experimento 1

Para vacas leiteiras, recebendo ração total com silagem de cana-de-açúcar como volumoso, com produção em torno de 16 kg de leite dia⁻¹ :

- a) A polpa cítrica pode substituir o milho sem afetar a produção e composição do leite.
- b) A ULL não melhora a produção e composição do leite, mas pode resultar em melhor ganho de peso das vacas em lactação.

5.2 Experimento 2

Para vacas leiteiras secas, recebendo ração total com silagem de cana-de-açúcar como volumoso:

- a) Em comparação com o milho a polpa cítrica aumenta o CMS total das vacas.
- b) A polpa cítrica aumenta a utilização do N-NH₃ ruminal, sugerindo maior síntese microbiana que com milho.
- c) A polpa cítrica aumenta a digestibilidade da MS da ração no trato digestivo total, sem que esse efeito seja consequência de maior digestibilidade da fibra da ração. Provavelmente esse efeito se deve à maior degradação ruminal dos açúcares e da pectina da polpa cítrica que do amido do milho duro.
- d) O amido do milho não prejudica a degradação da fração FDN da silagem de cana-de-açúcar em comparação com os carboidratos presentes na polpa cítrica, para vacas secas com CMS na faixa de 13 kg de MS/cabeça/dia.
- e) A ULL não reduz a concentração ruminal de N-NH₃ ao longo do dia em comparação com a uréia convencional.

REFERÊNCIAS

- AKAY, V., TIKOFSKY, J., HOLTZ, C.Y; DAWSON, K.A. Uréia de liberação lenta® 1200: controlled release on non-protein nitrogen in the rumen. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES ANNUAL SYMPOSIUM, 20., 2004, **Proceedings ...** Nottingham University Press, 2004. p. 179-185.
- AKAY, V.; TIKOFSKY, J.; HOLTZ, C.; DAWSON, K. A. **Optigen® 1200**: liberação controlada de nitrogênio não-protéico no rúmen. Alltech , Nicholasville, Kentucky,2005. p..373-380.
- ALVAREZ, F.J., PRESTON, T.R. Ammonia/molasses and urea/molasses as additives for ensiled sugar cane. **Tropical Animal Production**, Merida, v.1, p. 98-104, 1976.a
- ALVAREZ, F.J.; PRESTON, T.R. Studies on urea utilization in sugar cane diets: effect of level. **Tropical Animal Production**, Merida.v.1, n.3, p.194-201, 1976b.
- ANDRADE, P. Alimentação de bovinos em épocas críticas. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.S.; FARIA, V.P. **Nutrição de bovinos-conceitos básicos e aplicados**, 5.ed. Piracicaba:FEALQ, 1995. p.239-250.
- ANDRADE, P.; Compostos nitrogenados não protéicos (não uréia) na nutrição dos ruminantes. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2.,1984. Piracicaba-SP, **Uréia para ruminantes**. Piracicaba: FEALQ, 1984. p.269-289.
- AQUINO A.A.; BOTARO B.G.; IKEDA F.S.; RODRIGUES P.M.; MARTINS M.F.; SANTOS M.V. Efeito de níveis crescentes de uréia na dieta de vacas em lactação sobre a produção e a composição físico-química do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 881-887, 2007.
- ARMENTANO, L.E.; PEREIRA, M.N. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, Albany, v.80, p.1416-1425, 1997.
- ASSIS, A.J.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. Polpa de citros em dieta de vacas em lactação. I. Produção e composição do leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.
- ASSIS, A.J.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.;QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P.;EUCLYDES, R.F.;NETO,J.M.; MAGALHÃES, A.L.R.; MENDONÇA, S.S. Polpa Cítrica em Dietas de Vacas em Lactação. 1. Consumo de Nutrientes, Produção e Composição do Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**.Viçosa, v.33, n.1, p.242-250, 2004.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 12th ed. Washington, 1975. 1117 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, 1990. v. 1, 1117p.

BARGO, F.; MULLER, L.D.; KOLVER, E.S.. Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal Dairy Science**. Albany, v.86, n.1, p1-42, 2003.

BARTLEY, E.E.; DEYOE, C.W. Starea as a protein replacer for ruminants: review of 10 years of research. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 47, n. 30, p. 42-44, 1975.

BELIBASAKIS, N.G.; TSIRGOGIANNI, D. Effects of dried citrus pulp on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows. **Animal Feed Science Technology**, Elsevier, v.60, p.87-92, 1996.

BHATTACHARYA, A.N.; HARB, M. Dried citrus pulp as grain replacement for lambs. **Journal of Animal Science**, Albany v 36, n.6, p.1175-1180,1973.

BOIN, C.; TEDESCHI, L.O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993. Piracicaba. **Cana-de-açúcar e seus subprodutos para bovinos**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 107-126.

BOWMAN, J.G.P.; HUNT, C.W.; KERLEY, M.S.; PATERSON, J.A. Effects of Grass maturity na legume substitution on large particle size reduction and small particle flow from the rúmen of cattle. **Journal of Animal Science**, Albany v.69, p.369-378, 1991.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Comissão de solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1960. 68 p.

BRODERICK, G.A.; MERTENS, D.R.; SIMONS, R. Efficacy of carbohydrate sources for Milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. **Journal Dairy Science**, Albany, v.85, p.1767-1776, 2002.

BROSTER, W.H.; SUTTON, J.D.; BINES, J.A. Concentrate: forage ratios for high-yielding dairy cows. In: HARESIGN, W.; LEWIS, D. (Ed.). **Recent Advances in Animal Nutrition**. London: Butterwoeths, 1978. p.99-126.

CURRIE, R., TRIGG, T.E. Effects of pasture and supplement quality on the responses of lactating dairy cows to high energy supplements. **Australian Journal of Experimental Agriculture, Husbandry**, v.30, p. 43-50, 1990.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 135p.

CARARETO, R. **Uso de uréia de liberação lenta para vacas alimentadas com silagem de milho ou pastagens de capim Elefante manejadas com intervalos fixos ou variáveis entre desfolhas.** 2007. p. 113 Dissertação (Mestrado na área de Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

CARMO, C.A. **Grau de moagem do milho, inclusão de subprodutos agroindustriais e aditivo microbiano em rações para vacas leiteiras.** 2005. 74p. Tese – (Doutorado na área de Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

CARMO, C.A.; SANTOS, F.A.P.; IMAIZUMI, H. Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia para vacas em final de lactação. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 277-286, 2005.

CARVALHO, M.P. **Substituição do milho por subprodutos energéticos em dietas de bovinos à base de bagaço de cana tratado à pressão e vapor: digestibilidade e parâmetros ruminais.** 1998. 85p. Dissertação (Mestrado na área de Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

CASS, J.L.; RICHARDSON, C.R.; SMITH, K.J. Evaluation of slow ammonia release from urea/calcium compounds. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 72, suppl. 1, p. 234, 1994.

CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, Washington, v.8, p.130-132, 1962.

CHURCH, D.C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition** Hardcover: Waveland Pr.. Publisher, 1993. 564 p.

CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Albany, v.75 ,p.2304-2323, 1992.

CORRÊA, C.E.S.; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA, S.G. et al. Performance of holstein cows fed sugar cane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.4, p.621-629, 2003.

CORSI, M. Potencial das pastagens para a produção de leite. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J.C.; De FARIA, V.P. (Ed.). **Bovinocultura leiteira: fundamentos da exploração racional.** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 147-154.

COSTA, F.M.J.; SANTOS, J.F.; PEREIRA, M.N. Performance of dairy cows fed ensiled high moisture corn f a flint or a dent hybrid. **Journal Dairy Science**, Albany, v.88, suppl.1, p.184, 2005.

De PAULA, A.A.G.; FERREIRA, R.N.; ORSINE, G. F.; GUIMARÃES, L. O.; De OLIVEIRA, E. R. Ureia polímero e ureia pecuária como fontes de nitrogênio solúvel no rúmen: parâmetros ruminais e plasmáticos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.10, n.1, p.1-8, 2009.

De PETERS, E.J.; FERGUNSON, J.D.; BAKER, L.D. Nonprotein nitrogen and protein requirements for milk component production. **Journal of Dairy Science**, Albany, v.76, p. 15575-1588, 1992.

DEAVILLE, E.R.; MOSS, A.R.; GIVENS, D.I. The nutritive value and chemical composition of energy rich by products for ruminants. **Animal Feed Science Technology**, Albany, v.49.p.261-276, 1994.

DELAHOY, J.E.; MULLER, L.D.; BARGO, F. Supplemental carbohydrates sources for lactating dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, Albany, v.86, p.906-915, 2003.

DRUDE, R.E.; ESCANO, J.R.; RUSOFF, L.L. Value of complete feeds containing combinations of corn silage, alfafa pellets, citrus pulp and cottonseed hulls for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Albany, v.54, p.773, 1971.

ECONOMIDES, S. The effect of dried citrus pulp and grape marc on milk yield and milk composition of dairy cows. Nicosia, Cyprus: Agricultural Research Institute, 1974. p.9 (Technical Paper, 7)

EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LANNA, D.A.D.; LEOPOLDINO, W.M.; OLIVEIRA, M.V.M.; ARCURI, P.B.; CAMPOS, J.M.S.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C. Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, 2006.

FEGEROS, K.; ZERVAS, G.; STAUMOLI, S. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. **Journal of Dairy Science**, Albany v.78, p.1116-1121, 1995.

FERGUSON, J.D. BLANCHARD, T.; GALLIGAN, D.T.; HOSHALL, D.C.; CHALUPA, W. Infertility in dairy cattle fed a high percentage of protein degradable in the rumen. **Journal American Veterinary Association**, Albany, v.192, p.659-662, 1998.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P.; PEREIRA, J.C.; CABRAL, L.S.; VITTORI, A.; PEREIRA, E.S. Estimativas de produção de leite por vacas holandesas mestiças segundo o sistema CNCPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1778-1785, 2003.

FERREIRO, H.M.; PRESTON, T.R.; SUTHERLAND, T.M. Investigation of dietary limitations on sugar cane based diets. **Tropical Animal Production**, London, v.2, n.1, p.56-61, 1977.

FERREIRO, H.M.; PRIEGO, A.; LOPEZ, J.; PRESTON, T.R.; LENG, R.A. Glucose metabolism in cattle given sugar cane based diets supplemented with varying quantities of rice diets supplemented with varying quantities of rice polishings. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.42, n.2, p.341-347, 1979.

FORERO, O.; OWENS F.N.; LUSBY K.S. Evaluation of slow-release urea for winter supplementation of lactating range cows. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 50, p. 532-538, 1980.

FUJIHARA, T.; ORSKOV, E.R.; REEDS, P.J.; KYLE, D.J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 109, p. 7-12, 1987.

GALO, E.; EMANUELE S.M.; SNIFFEN, C.J.; WHITE, J.H.; KNAPP, E.J.R. Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 86, p. 2154–2162, 2003.

GOLOMBESKI, G.L.; KALSCHEUR, K.F.; HIPPEN, A.R.; SCHINGOETHE, D.J. Slow-release urea and highly fermentable sugars in diets fed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 89, n. 11, p. 4395- 4300, 2006.

GRANT, R.J.; MERTENS, D.R. Influence of buffer pH and raw corn starch addition on *in vitro* fiber digestion kinetics. **Journal of Dairy Science**, Albany, v.68, p.2762-2768, 1992.

GUIDI, M.T. **Efeito de teores e fontes de proteína sobre o desempenho de vacas de leite e digestibilidade dos nutrientes**. 1999. 92p. Dissertação (Mestrado na área de Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

HALL, M.B.; HEREJK, C. Differences in yields of microbial crude protein from *in vitro* fermentation of carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, Albany, v.84, p.2486-2493, 2001.

Hall, M.B.; Huntington, G.B. Nutrient synchrony: Sound in theory, elusive in practice. **Journal Animal Science**. Albany, v.86 (E. Suppl.), p.287-292, 2008.

HATFIELD, R.D.; WEIMER, P.J. Degradation characteristics of isolated and *in situ* cell wall Lucerne pectin polysaccharides by mixed ruminal microbes. **Journal of Science and Food Agriculture**, Albany. v.69, p.185, 1995.

HENNING, P.H.; STEYN D.G.; MEISSNER H.H. Effect of synchronization of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 71, p. 2516-2528, 1993.

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants:from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**. Albane, v.75, p.852-867, 1997.

HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Pratical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999, Raleigh. **Proceedings ...** Raleigh: American Society of Animal Science, 1999. p. 1-11.

IMAIZUMI, H ; SANTOS, F.A.P. ; PIRES, A.V. ; JUCHEM, S.O. Fontes protéicas e de amido com diferentes degradabilidades ruminais para alimentar vacas leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 1413-1420, 2006.

IMAIZUMI, H. **Avaliação de diferentes fontes e teores de proteína degradável no rúmen sobre o desempenho e parâmetros ruminais e sanguíneos de vacas Holandesas em final de lactação**. 2000. 69p. Dissertação (Mestrado na área da Agricultura) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

IMAIZUMI, H. **Suplementação protéica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento do milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento**. 2005. 182 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

INOSTROZA, I.F.; SHAVER, R.D.; CABRERA, V.E.; TRICARICO, J.M. **Evaluactions of the economic impact of optigen use in comercial dairy diets with varying feed and milk prices**. Montrea: ASAS, 2009. p.131

JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using Milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Albany, v.81, n.10, p.2681-2692, 1998.

KORNDORFER, C.M.; ABDALLA, A.L.; BUENO, I.C.S.; NASCIMENTO JUNIOR, V.F.; OWEN, E.; SUTTON, J.D. Estudo da cinética digestiva em ovinos alimentados com braquiária e alfafa, usando a técnica de fluorescência de raios X. **Veterinária Notícias**, Uberlandia, v.7, n.2, p. 113-121, 2001.

KOTARSKI, S.F.; WANISHA, R.D.; THURN, K.K. Starch hidrolisis by the ruminal microflora. **Journal of Nutrition**, Cambridge, v.122, p. 178-190, 1992.

LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A.; CRUZ, G.M.; ROSSETO, R.; FIGUEIREDO, P. **A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forageiro: manejo de produção e uso na alimentação**. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 2002. 36p. (IAC. Boletim Técnico, 193).

LEIVA, E.; HALL, B.; VAN HORN, H.H. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v.83, p. 2866-2875, 2000.

LENG, R.A.; PRESTON, T.R. Sugarcane for cattle production. **Tropical Animal Production**, Havana v.1, p.1, 1976.

LIMA, M.L.M.; MATTOS, W.R.S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993. Piracicaba. **Cana-de-açúcar e seus subprodutos para bovinos**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p.77-105.

LÖEST, C.A.; TITGEMEYER E.C.; DROUILLARD J.S.; LAMBERT B.D.; TRATER A.M. Urea and biuret as nonprotein nitrogen sources in cooked molasses blocks for steers fed prairie hay. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 94, p. 115-126, 2001.

LOVADINI, L.A.C. **Efeito da maturação da planta sobre a composição em fibra bruta, celulose, lignina e digestibilidade "in vitro" da celulose, em variedades de cana-de-açúcar**. 1971. 69p. Dissertação Mestrado em Agricultura) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1971.

LUCCI, C.D.S.; VELLOSO, L.; MASOTTI, N.; RENNO, F.P.; BECKER, M. Dried orange pulp compared with maize ear meal in concentrate mixtures for lactating cows. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo**, v.12, p.163, 1975.

MACDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2nd .ed. Merlow:Chalcomb Publications, 1991. 340p.

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. 107p. Dissertação (Mestrado na área de Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MATHISON, G.W.; SOOFI S.R.; WORSLEY M. The potential of isobutyraldehyde monourea (propanal, 2-methyl-monourea) as a nonprotein nitrogen source for ruminant animals. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 74, p. 665-674, 1994.

MATSUOKA, S.; HOFFMANN, H. P. Variedades de cana-de-açúcar para bovinos. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 17-35.

MAYNARD, L.A.; LOOSLY, J.K.; HINTZ, H.F.; WARNER, R.G **Animal nutrition**. Trad. de F.O. Figueiredo. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 736 p.

MEIJS, J.A.C. Concentrate supplementation of grazing dairy cows. 2. Effect of concentrate composition on herbage intake and milk production. **Grass Forage Science**, Wiley, v.41, p. 229–235, 1986.

MELOTTI, L. Contribuição para o estudo da composição química e valor nutritivo dos resíduos da industrialização da mandioca. Manihot utilissima, POHL., no estado de São Paulo. **Boletim de Industria Animal**, Nova Odessa, v.29, n.2, p.339-74, 1972.

MENDES, C.Q. **Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo**. 2006. 103p. Dissertação (Mestrado na área de Agronomia.) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

MERTENS. D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, J.R. (ed). Forage quality, evaluation and utilization. **American Society of Agronomy**, Madison, p.450-493, 1994.

MEYER, P.M. **Fatores não-nutricionais que afetam a concentração de nitrogênio uréico no leite**. 2003. 131p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MIRON, J.; YOSEF, E.; BEN-GHEDALIA, D.; CHASE, L.E. Digestibility by dairy cows of monosaccharide constituents in total mixed rations containing citrus pulp. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 85, p.89-94, 2002.

MOREIRA, P.C.; REIS, R.B.; LANA, A.M.Q. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com polpa cítrica em substituição ao milho grão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD-ROM.

MONTPELLIER, F.A.; PRESTON, P.R. Digestibility of tops, rind, derinded stalk and entire plant of sugarcane. **Tropical Animal Production**, Havana, v.2, p.13, 1977.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 2001. 380 p.

NOCEK, J.E.; KOHN, R.A. *In situ* particle size reduction of alfalfa and timothy hay as influenced by form and particle size. **Journal Dairy Science**, Lancaster, v.71, p. 932-945, 1988.

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**, Albany, v. 71, n. 8, p. 2070-2107, 1988.

NUSSIO, C.M.B.; SANTOS, F.A.P.; PIRES, A.V. **Efeito do processamento do milho e sua substituição por polpa de citros peletizada sobre o consumo de matéria seca, produção e composição de leite de vacas em lactação.** In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa, :SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.L.P.; PAZIANI, S.F. Volumosos suplementares: estratégias de decisão e utilização. In: EVANGELISTA, A.R. (Ed.). **Forragicultura e pastagens: temas em evidência.** Lavras: UFLA, 2003. p.193-232,

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; MANZANO, R.P. Volumosos suplementares na produção de bovinos de corte em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.252-275.

NUSSIO, C.M.B.; SANTOS, F.A.P.; PIRES, A.V.; SIMAS, J.M.C.; ZOPOLLATTO, M. Fontes de amido de diferentes degradabilidades e sua substituição parcial por polpa de citrus em dietas para vacas leiteiras. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, p.1079-1086, 2002.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite de vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1358-1366, 2001.

OLIVEIRA, M.D.S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 1999. 128 p.

ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage. **Journal of Agricultural Science**. Cambridge, v.92, p.499-503, 1979.

ORSKOV, E.R. **The feeding of ruminants: principles and practice.** Rowett Research Institute. Chalcombe Publications, 1987. 91p.

OSER, B.L. **Hawk's physiological chemistry.** 14th ed. New York: McGraw Hill, 1965. 1472 p.

OWENS, F.N.; ZINN R.A. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D.C. (Ed.). **The ruminant animal, digestive physiology and nutrition.** Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1988. p. 227-249.

PARRÉ, C. **Utilização da uréia e da zeolita na alimentação de ovinos.** 1995. 96 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 1995.

PATE, F.M. Nutritive value of sugar cane at different stages of maturity. **Tropical Animal Production**, Havana, v.2, p.108, 1981. (abstract)

PEDREIRA, J.V.S. Ensaio de digestibilidade (aparente) de cana-de-açúcar. **Boletim de Indústria Animal**, Jaboticabal, v.20, p.281, 1962.

PEDROSO, A. F. **Aditivos químicos e microbianos como inibidores da produção de etanol em silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120p. Tese (Doutorado em agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P.; SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; RUGGIERI, A.C.; ALMEIDA, E.O.; ROTH, M.T.P. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da fração fibrosa e da proteína bruta de forragens. **Pesquisa Agravocuíria Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p. 643-648, 2006.

PRESTON, T.R. Nutritive value of sugar cane for ruminants. **Tropical Animal Production**, Edinbyrgh, v.2, n.2, p. 125-142, 1977.

PRESTON, T.R.; LENG, R.A. Sugar cane as cattle feed: nutritional constraints and perspectives. **World Animal Review**, Rome, v.27, p.7-12, 1978.

PRESTON, T.R.; LENG, R.A. Digestive physiology and metabolism in ruminants.. In: Utilization of tropical feeds by ruminants. Westport, Connecticut: Ed. AVI Publishing , 1980. p. 621-640.

PROKOP, M.J.; KLOPFENSTEIN, T.J. Slow ammonia release urea. **Nebraska Beef Cattle Report**, Nebraska, EC p.77-218, 1977.

QUEIROZ, O.C.M., NUSSIO, L.G., SANTOS, M.C., RIBEIRO, J.L., SCHMIDT, P., ZOPOLLATTO, M., JUNQUEIRA, M.C., CAMARGO, M.C. Sugarcane silage compared with traditional roughage sources on performance of dairy cows. In: INTERNACIONAL SILAGE CONFERENCE, 14., 2005. Belfast. **Proceedings...** Belfast: Wageningen Academic Publishers, 2005. p. 257.

ROJAS, A.B.; GAMBOA, L.; VILLAREAL, M.; La sustitucion de maiz por pulpa de cítricos deshidratada sobre la produccion y composicion Láctea de vacas encastadas holstein em el tropico humero de Costa Rica. **Agronomia Costarricense**, Costa Rica, v.25, n.1, p.45-52, 2001.

ROLIM, F.A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 12., 1980, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1980. p.243-270.

RUSSEL, J.; SNIFFEN, C.J.; VAN SOEST, P.J. Effects of carbohydrate limitation on degradation and utilization of casein by mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 66, p. 763-776, 1983.

RUSSEL, J.B.; O CONNOR, J.D.; FOX, D.G. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science** Champaign, v.70, n.11. p.3551-3561, 1992.

SALVADOR, S.C.; PEREIRA, M.N; SANTOS, J.F.; MELO, L.Q.; CHAVES, M.L. Resposta de vacas leiteiras à substituição total de milho por polpa cítrica e à suplementação com microminerais orgânicos I: Consumo e digestão. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, p.682-690, 2008.

SALVADOR, S.C.; PEREIRA, M.N; SANTOS, J.F.; MELO, L.Q.; CHAVES, M.L. Resposta de vacas leiteiras à substituição total de milho por polpa cítrica e à suplementação com microminerais orgânicos II: Desempenho e economia. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, p.1142-1149, 2008.

SAN EMETERIO, F.; REIS, R.B.; CAMPOS, W.E. Effect of coarse or fine grinding on utilization of dry or ensiled corn by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 83, p. 2939-2848, 2000.

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 538-601.

SANTOS, F.A.P.; HUBER, J.T.; THEURER, C.B. Milk yield and composition of lactating cows fed steam-flaked sorghum and graded concentrations of ruminally degradable protein. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 81, p. 215-220, 1998.

SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J. C.; VOLTOLINI, T. V.; NUSSIO, C. M. B.; "Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais". In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE – CBNA.5., 2003. Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2003. p. 289-346.

SANTOS, F.A.P.; MENEZES Jr., M.P.; SIMAS, J.M.C.; VAZ PIRES, A.; NUSSIO, C.M.B. Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa de citrus peletizada sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos em vacas leiteiras. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.4, p.923-931.2001.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M.P.; MARTINEZ, J.C.; PENATI, M.A.A. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5., 2005, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 219-294.

SANTOS, F.A.P.; VOLTOLINI, T.V.; PEDROSO, A.M. Balanceamento de dietas com cana-de-açúcar para rebanhos leiteiros: até onde é possível ir? In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 7., 2005, Uberlândia. **Anais...**Uberlândia:2005. p. 208-245.

SAS Institute User's Guide: statistics. Cary, North Caroline, 1999. 965p

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide:** statistics, version 9.1.3. Cary, 2003. 965 p.

SATTER, L.D.; ROFFLER R.E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, Albany, v. 58, p.1219-1237, 1975.

SAYERS, H.J. **The effect of sward characteristics and level and type of supplement on grazing behaviour, herbage intake and performance of lactating dairy cows.** 1999.p. 1258-1269 Thesis (Ph.D.).- The Agricultural Research Institute of Northern Ireland. Hillsborough, Queen's University of Belfast, 1999.

SCHAIBLY, G.E.; WING, J.M. Effects of roughage concentrate ratio on digestibility and rumen fermentation of corn silage-citrus pulp rations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.38, p. 697-701, 1974.

SCHIMITD, P.; NUSSIO, C.M.B.; RODRIGUES, A.A. Produtividade , composição morfológica, digestibilidade e perdas no processo de ensilagem de duas variedades de cana-de-açúcar, com ou sem adição de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

SCOTON, R. de A.; SANTOS, F.A.P.S.; IMAIZUMI. H. Substituição do milho moído fino por polpa cítrica peletizada e/ou raspa de mandioca na dieta de vacas leiteiras em final de lactação. In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40.,2003. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria:SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

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. 55p. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Escola Superior de Agricultura" Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. Uréia para vacas em lactação. 1. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1639-1649, 2001.

SOLOMON, R.; CHASE, L.E.; BEN-GHEDALIA, D. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybens on the concentration of conjugated linoleic acid in the Milk feto f dairy cows. **Journal of Dairy Science.** champaing, v.83, n.6, p1322-1329, 2000.

STERN, M.D.; Zirmer, C.J. Consider value, cost when selecting nonforage fiber. **Feedstuffs**, Frankfourrt, v.65, n.2, p.11, 1993.

STOCKDALE, C.R.; CALLAGHAN, A.; TRIGG, T.E. Feeding high energy supplements to pasture-fed dairy cows: Effects of stage of lactation and level of supplement.

Australian Journal of Experimental Agriculture, Husbandry, v.38, p.927-940, 1987.

STROBEL, H.J.; RUSSEL, J.B. Effects of pH and energy spilling on bacteria protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.69, p.2941, 1986

SUTTON, J.D. Altering milk composition by feeding. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.72, p.2801-2814, 1989.

TAVARES, A.A.C.; PEREIRA, M.N.; TAVARES, R.T. Performance of Holsteins-Zebu cows under partial replacement of corn by coffee hulls. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.2. p.95-101, Mar./Abr. 2005.

TAYLOR-EDWARDS, C.C.; HIBBARD, G.; KITTS, S.E.; MCLEOD, K.R.; AXE, D.E.; VANZANT, E.S.; KRISTENSEN, N.B.; HARMON, D.L. Effects of slow-release urea on ruminal digesta characteristics and growth performance in beef steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.87, p.200, 2009.

TEDESCHI, L.O. ; BAKER, M.J ; KETCHEN, D.J. ; FOX, D.G . Performance of growing and finishing cattle supplemented with a slow-release urea product and urea. **Canadian Journal of Animal Science**, Albany, v. 82, p. 567-573, 2002.

TYRRELL, H.F.; REID, J.T. Prediction of energy value of cow's milk. **Journal of Dairy Science**, Albany, v.48, p. 1215-1223, 1965.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidade e balanço de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.6, p.1259-1263, 1997.

VALINOTE, A.C.; LEME, P.R. **Optigen e beef-sacc na digestibilidade e concentração de amônia ruminal em dietas a base de cana-de-açúcar para búfalos**. 2005. 14p. (Monografia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; ARCARO, J.R.P.; PIRES, F.L. A avaliação da cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.32, n.4, p.224-228, 1995.

VAN HORN, H.; MARSHALL, S.P.; WILCOX, C.J.; RANDEL, P.F.; WING, J.M. Complete rations for dairy Cattle. III. Evaluation of protein percent and quality, and citrus pulp-corn substitutions. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.58, n.8, p.1101-1108, 1975.

VAN SOEST, P. J. Interactions of feeding and forages composition. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4., Brasilia, 1987. **Proceedings....** Brasília:EMBRAPA, 1987. p.971-988.

VAN SOEST, P.J. Integrated feeding systems. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. p. 140-155

VAN SOEST, P.J. Soluble carbohydrates and the non-fiber components of feeds. **Large Animal Veterinary**, Youngsville, v.40, p.44-46,1987.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in ration to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.74, p. 3583-3597, 1991.

VOLTOLINI, T.V. **Adequação protéica em rações com pastagens ou com cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de Capim Elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras.** 2006. 167p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

WAIMAN, F.W., DEWEY, J.S. **Feedingstuffs evaluation unit-fifth report.** Chalcombe: Rowell Research institute, 1988. 123p.

WILDMAN, E.E.; JONES, G.M.; WAGNER, P.E.; BOMAN, R.L.; TROUTT JUNIOR, H.F.; LESCH, T.N. A dairy condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 65, p. 495-501, 1982.

WING, J.M. Effects of physical form and amount of citrus pulp on utilization of complete feeds for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.58, n.1, p.63-66, 1975.

ZERVAS, G.; FEGGEROS, K. Effect of dried citrus pulp on milk yield and composition of dairy ewes. **Animal Science Review**, Wiley, v.14, p.47-48, 1994.