

SUBSTITUIÇÃO DO MILHO MOÍDO FINO POR POLPA CÍTRICA PELETIZADA E/OU RASPA DE MANDIOCA NA DIETA DE VACAS LEITEIRAS EM FINAL DE LACTAÇÃO

RODRIGO DE ALMEIDA SCOTON

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia, Área de Concentração: Ciência Animal
e Pastagens.

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Março - 2003

**SUBSTITUIÇÃO DO MILHO MOÍDO FINO POR POLPA CÍTRICA
PELETIZADA E/OU RASPA DE MANDIOCA NA DIETA DE VACAS
LEITEIRAS EM FINAL DE LACTAÇÃO**

RODRIGO DE ALMEIDA SCOTON

Zootecnista

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

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia, Área de Concentração: Ciência Animal
e Pastagens.

PIRACICABA

Estado de São Paulo – Brasil

Março - 2003

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Scoton, Rodrigo de Almeida

Substituição do milho moído fino por polpa cítrica peletizada e/ou raspa de mandioca na dieta de vacas leiteiras em final de lactação / Rodrigo de Almeida Scoton. - - Piracicaba, 2003.

55 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.

Bibliografia.

1. Amido – propriedades físico-químicas 2. Bovinos leiteiros 3. Dieta animal Digestão animal 5. Lactação animal 6. Vacas I. Título

CDD 636.2085

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

**À meus pais, Hugo de Jesus Scoton e Adelina de Almeida Scoton, por
todo AMOR, apoio e confiança.
À minha namorada, Fabiana Paron por me apoiar em todos os momentos
com AMOR e compreensão.**

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Zootecnia da ESALQ-USP por ceder as instalações de bovinocultura leiteira para realização desse trabalho.

Ao Professor Doutor Flávio Augusto Portela Santos, pela orientação e ensinamentos durante o curso.

Aos Professores doutores Wilson R. Soares Mattos, Luiz Gustavo Nússio e Alexandre Vaz Pires, pelas contribuições acrescentadas a esse trabalho.

Aos amigos e companheiros de trabalho, Rafael, Hugo, Carolina, Tadeu, Junio, Paulo Sergio, pela ajuda dedicada e companheirismo.

Ao amigo Vicente, Marcelo e André e tantos outros “cultivados” no período que permaneci em Piracicaba.

Aos amigos de São Pedro Marciús, Marcelo, Almiro, Rodrigo e Rogério pela amizade de a anos duradoura.

A meu primo e amigo Maurício por estar sempre a meu lado.

Aos amigos da Republica Pau-a-Pique, por me receberem como morador e pela grande amizade.

Aos meus pais, por sempre me apoiar, amar e amparar, incentivando com confiança nos momentos difíceis e de alegria.

A minha irmã, Mariana, pela cumplicidade, amor e amizade.

A minha namorada pelo apoio, confiança e amor, em todos os momentos.

A Deus, por sempre olhar por nós e indicar os caminhos dando-nos força e fé para segui-los com paz e amor.

OBRIGADO

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE ABREVIACÕES.....	viii
RESUMO.....	ix
SUMMARY.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Propriedades químicas e físicas do amido.....	3
2.1.2 Fermentação ruminal do amido.....	4
2.1.3 Síntese de proteína microbiana no rúmen.....	7
2.1.4 Digestão intestinal do amido.....	9
2.2 Raspa de mandioca como fonte de amido em substituição ao milho.....	13
2.3 Polpa cítrica peletizada como fonte de energia para ruminantes.....	15
3 MATERIAL E METODOS.....	23
3.1 Local e animais.....	23
3.2 Tratamentos.....	23
3.3 Período experimental e colheita de dados.....	25
3.4 Métodos estatísticos.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5 CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Ingredientes das dietas experimentais.....	24
2 Composição química das dietas experimentais.....	25
3 Valores médios de produção e composição de leite, escore de condição corporal de cada tratamento.....	30

LISTA DE ABREVIações

HPB.....	Puras Holandesas
T1.....	Tratamento 1 (milho)
T2.....	Tratamento 2 (milho + polpa cítrica)
T3.....	Tratamento 3 (polpa cítrica + raspa de mandioca)
CMS.....	Consumo de Matéria Seca
LCG.....	Leite Corrigido Para Gordura à 3,5%
AGVs.....	Ácidos Graxos Voláteis
MOVD.....	Matéria Orgânica Verdadeira
AA.....	Aminoácidos
AAE.....	Aminoácidos Essenciais
MCE.....	Mercado Comum Europeu
MS.....	Matéria Seca
MO.....	Matéria Orgânica
FDN.....	Fibra Digestível em detergente Neutro
FDA.....	Fibra Digestível em detergente Ácido
PB.....	Proteína Bruta
RUC.....	Resíduo Úmido de Cervejaria
CNS.....	Carboidratos Não Solúveis
EE.....	Etrato Etéreo
EL.....	Energia Líquida
ECC.....	Escore de Condição Corporal
ECC (F-I).....	ECC final – ECC inicial
NDT.....	Nutrientes Digestíveis Totais

SUBSTITUIÇÃO DO MILHO MOÍDO FINO POR POLPA CÍTRICA PELETIZADA E/OU RASPA DE MANDIOCA NA DIETA DE VACAS LEITEIRAS EM FINAL DE LACTAÇÃO

Autor: RODRIGO DE ALMEIDA SCOTON

Orientador: Prof. Dr. FLÁVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS

RESUMO

O milho sempre ocupou lugar de destaque na alimentação de vacas leiteiras no Brasil como principal fonte energética. Entretanto, é crescente o interesse por suplementos alternativos, dentre eles alguns subprodutos da agroindústria, como a polpa cítrica e a raspa de mandioca, com o objetivo de reduzir os custos de alimentação. Este trabalho avaliou a substituição do milho moído fino por polpa cítrica ou raspa de mandioca, variando os teores de amido total da dieta e de amido degradável no rúmen, para vacas no terço final de lactação. Os parâmetros avaliados foram consumo de alimento, produção e composição de leite e condição corporal. O experimento foi conduzido nas instalações do Departamento de Zootecnia da “Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz”. Foram utilizadas 24 vacas HPB no terço final de lactação, mantidas em free-stall. Os animais foram agrupados em oito Quadrados Latinos 3x3, de acordo com o número de lactações (primípara ou múltipara), dias em lactação e a produção de leite, medida durante os 10 dias do período pré-experimental. Foram utilizados 3 lotes do free-stall, com 8 vacas em cada grupo. O experimento teve a duração de 60 dias, com 3 períodos de 20 dias cada. Os 10 primeiros dias de cada

período foram utilizados para adaptação e os 10 dias restantes para coleta de dados. As dietas utilizadas foram isoprotéicas e continham silagem de milho, resíduo de cervejaria, farelo de soja, uréia, mistura mineral e vitamínica e os diferentes suplementos energéticos testados: T1 - milho moído fino; T2 - milho moído fino + polpa cítrica peletizada (50:50) e T3 raspa de mandioca + polpa cítrica peletizada (50:50). Houve tendência de redução de CMS ($P < 0,13$) quando o milho (T1) foi substituído pela mistura de raspa de mandioca + polpa cítrica peletizada (T3). As produções de leite e LCG, os teores e produções de proteína e gordura, lactose e sólidos totais, a eficiência alimentar, o teor de N-uréico e a condição corporal das vacas não foram afetadas pelos tratamentos ($P > 0,05$).

REPLACEMENT OF FINE GROUND CORN BY PELETED CITRUS PULP AND/OR TAPIOCA MEAL IN THE DIET FOR LATE LACTATION COWS

Author: RODRIGO DE ALMEIDA SCOTON

Adviser: Prof. Dr. FLÁVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS

SUMMARY

Corn is the major energy supplement for dairy cows in Brazil. However, its increasing price during the last years, has increased the interest for cheaper energy sources, especially by-products as citrus pulp and tapioca meal, to reduce feed costs. The objective of this trial was to evaluate the replacement of fine ground corn by peleted citrus pulp and/or tapioca meal, varying the total and rumen degradable starch levels in the diet for late lactation cows. Group dry matter intake and individual milk yield and composition and body condition score were measured. The trial was conducted at the dairy farm of the Animal Science Department of the Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz” - Universidade de São Paulo, in Brazil. Twenty four late lactation Holstein cows, managed in a free-stall housing were grouped in eight 3x3 Latin Square, according to their number of lactation (primiparous x multiparous), days in milk and milk production measured during a 10 days pre-trial period. Three

pens were used with 8 cows each. Total trial lasted 60 days, with three 20 days experimental periods. The first 10 days of each period were use for cows adaptation to treatments, and the last 10 days for data collection. As feed intake was measured for group and not individual cows, the DMI and feed efficiency were analyzed considering every group of 8 cows as an experimental unit (a single 3x3 Latin Square). All the others data were analyzed as eight 3x3 Latin Square design. Diets were isonitrogenous and were composed by corn silage, brewers grains, soybean meal, urea, mineral and vitamin mix and one of the energy sources: fine ground corn (T1); fine ground corn + citrus pulp (50:50) (T2) and citrus pulp + tapioca meal (50:50) (T3). There was a tendency ($<0,13$) for decrease in dry matter intake when fine ground corn (T1) was replaced by citrus pulp + tapioca meal (T3). Milk and 3,5% fat corrected milk, yields, content and yields of fat, protein, lactose and total solids, feed efficiency, milk urea-N and body condition score were not affected by treatments($P>0,05$).

1 INTRODUÇÃO

As fontes de amido mais comumente utilizadas na alimentação animal são os grãos de cereais como, milho, sorgo, cevada, trigo e aveia. O milho sempre ocupou lugar de destaque, não só pelo seu comprovado valor nutritivo, como também, pela tradição de cultura em nosso país. Vale ressaltar que o amido representa de 60 a 72% da matéria seca na maioria dos grãos de cereais, constituindo-se desta forma na fonte primária de energia na maioria das dietas fornecidas para vacas leiteiras em confinamento no Brasil. Pelo fato de que aproximadamente 25 a 35% da matéria seca da dieta dessas vacas é composta de amido, fica evidente, portanto, que esses grãos representam uma parcela significativa nos custos de produção do leite.

O preço elevado do milho nos últimos anos no Brasil tem estimulado a busca por fontes alternativas de energia, como raízes e tubérculos e também subprodutos da agroindústria para alimentação de bovinos. A mandioca e a polpa cítrica são alternativas disponíveis regionalmente em nosso país.

A mandioca possui alta concentração de amido e pode ser encontrada na forma “in natura”, na forma de raspa, que é um subproduto da indústria de farinha, ou como resíduo úmido da indústria de polvilho. Entretanto, existem poucos trabalhos sobre a utilização desse produto como substituto do milho na alimentação de vacas leiteiras.

A polpa cítrica, outro subproduto da agroindústria, tem sido amplamente utilizada em fazendas leiteiras do sudeste brasileiro, em substituição parcial ao milho por ser mais barata que os grãos de cereais. Ela é

rica em pectina, um carboidrato altamente degradável no rúmen, porém não estimula a produção ruminal de ácido láctico. Esta característica pode ser interessante quando se deseja maximizar a disponibilidade de carboidrato degradável no rúmen sem, no entanto, causar acidose.

Esse trabalho teve como objetivos avaliar os efeitos da substituição parcial e total do milho por raspa de mandioca e/ou polpa cítrica peletizada na dieta sobre o consumo de MS, a produção e composição do leite e a condição corporal de vacas leiteiras no terço final de lactação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Propriedades químicas e físicas do amido

O amido pode representar 25 a 35% da matéria seca das dietas para vacas leiteiras e a utilização eficiente deste nutriente é fundamental para se maximizar a produção animal (Theurer, 1986 e 1992). Ele é encontrado principalmente nas raízes, tubérculos e nos grãos de cereais (Zeoula, 1999).

O amido é um polissacarídeo heterogêneo composto por dois principais tipos de moléculas ou polímeros: amilose e amilopectina (Kotarski et al., 1992; Van Soest, 1994). A amilose é um polímero linear de unidades de D-glucose unidos por ligações tipo α -1,4, sendo que a proporção de amilose no grânulo de amido pode variar de 14 a 34%. Segundo estes autores essa variação na proporção de amilose vai depender da espécie do grão de cereal e das variações genéticas dentro das espécies.

Já a amilopectina é um polímero ramificado, consistindo de uma cadeia linear de resíduos de glucose (α -1,4), com pontos de ramificações α -1,6 a cada 20 a 25 unidades, portanto, bem maior que a amilose, correspondendo a cerca de 70 a 80% da maioria do amido contido nos grãos de milho e sorgo (Kotarski et al., 1992).

Segundo Nocek & Taminga (1991) o amido existe na forma de grânulos altamente organizados, nos quais a amilose e amilopectina estão ligados por pontes de hidrogênio. Os grânulos de amido são pseudocristais que possuem regiões organizadas (cristalina) e não organizadas (amorfa). A região

cristalina ou micelar é primariamente composta de amilose, resistente à entrada de água, ao ataque enzimático e responsável pela birrefringência do grânulo de amido. A influência da relação amilose: amilopectina na degradabilidade do amido foi observada por Guibot & Mercier (1985) que demonstraram que o amido “ceroso”, de baixa amilose, é mais degradável que o amido de milho comum. A menor digestibilidade das variedades de alta amilose pode estar relacionada com a capacidade da amilose de limitar a “incubação e/ou devido a orientação das moléculas de amilose em direção ao interior dos cristais de amilopectina, causando um aumento nas ligações de hidrogênio, o que limitaria o “inchaço” e a hidrólise enzimática. Outro fator que afeta a utilização do amido de cereais pelos animais é a presença de uma matriz protéica ao redor do grânulo, a qual dificulta a ação das enzimas digestivas (Kotarski et al., 1992). A presença dessa matriz protéica é mais significativa nos grãos de sorgo e milho que nos demais cereais (Sniffen, 1980). Os principais motivos do aumento da digestibilidade do amido de milho e sorgo quando processados intensamente, são o aumento da área superficial e o rompimento da matriz protéica (Huntington, 1997; Theurer et al., 1999)

2.1.2 Fermentação ruminal do amido

Em ruminantes, o amido pode ser fermentado no rúmen e no intestino grosso por microrganismos, ou digerido enzimaticamente no intestino delgado, entretanto, o principal sítio de digestão é o rúmen (Theurer, 1986 e 1991; Simas, 1997).

Os produtos finais da fermentação ruminal dos carboidratos são principalmente acetato, propionato e butirato, os quais são denominados de ácidos graxos voláteis (AGVs). O subsequente metabolismo dos AGVs se constituem na maior fonte de energia para os ruminantes, podendo representar até 80% dos requerimentos energéticos diários dos animais (Bergman, 1990; Van Soest, 1994). Além da geração de energia, a fermentação ruminal de

carboidratos é essencial para a nutrição protéica do ruminante, devido à importância quantitativa e qualitativa da proteína microbiana.(Santos et al., 1998).

Vários gêneros de bactérias ruminais têm sido identificadas como sendo amilolíticas: *Bacteroides*, *Eubacterium*, *Streptococcus*, *Butyrivibrio*, *Ruminobacter*, *Selenomonas*, *Succinivibrio*, *Succinomonas* e *Lactobacillus* (Kotarski et al., 1992; Van Soest, 1994). As espécies amilolíticas mais importantes são *Bacteroides amylophilus*, *Streptococcus bovis*, *Succinomonas amylolitica*, *Bacteroides ruminicola* e algumas estirpes de *Bacteroides succinogenes*. Essas bactérias tendem a predominar no rúmen de animais alimentados com dietas ricas em grãos (Yokoyama & Johnson, 1988). A degradação ruminal do amido pelas bactérias amilolíticas ocorre através da ação da α -amilase extracelular, a qual cliva aleatoriamente a molécula de amido (Yokoyama & Johnson, 1988). Após o amido ser degradado a maltose e glucose, as bactérias sacarolíticas irão fermentar esses substratos rapidamente até piruvato. Dois moles de piruvato são produzidos para cada hexose, com a produção concomitante de duas adenosinas tri-fosfato (ATP) e de dois NADH_2 . O ATP gerado é a principal fonte de energia para o crescimento e manutenção das bactérias ruminais. O piruvato é o caminho intermediário pelo qual todos os carboidratos têm que passar antes de serem convertidos a AGVs, CO_2 e metano. A proporção molar de AGVs, bem como, a proporção molar de acetato, propionato e butirato produzidos no rúmen dependem do tipo de carboidrato fermentado no rúmen, tempo e extensão da degradação, espécie de bactéria e ambiente ruminal (Bergman, 1990; Van Soest, 1994). Dietas ricas em grãos tendem a produzir maior proporção molar de ácido propiônico em relação a dietas ricas em carboidratos estruturais.

Quase a totalidade dos AGVs produzidos pelo processo fermentativo ruminal é absorvida passivamente através do epitélio rúmen-retículo, omaso e abomaso, sendo o rúmen-retículo, responsável por 88% dos AGVs absorvidos (Bergman, 1990). Reynolds & Huntington (1988b) reportaram

que 85-100% do fluxo de AGVs que chegou ao sistema portal que drena as vísceras (PDV), ocorreu através do rúmen em animais alimentados com concentrado peletizado com grão de milho. Parte dos AGVs, durante o processo de absorção, é metabolizada pelo epitélio ruminal e o percentual de AGVs a ser metabolizado aumenta com o tamanho da cadeia e, com a atividade das enzimas CoA sintetase nos diferentes tecidos. Assim, 90% do butirato produzido é metabolizado pelo epitélio ruminal sendo oxidado a CO_2 e corpos cetônicos, ou seja, somente 10% chega ao fígado, o que demonstra a alta atividade da enzima butiril CoA sintetase no epitélio ruminal. Já o propionato é bem menos metabolizado pelo epitélio ruminal, cerca de 3 a 15%, o qual é oxidado a CO_2 , lactato e alanina e o restante (> 80% do que é produzido) chega ao sistema porta-hepático. O propionato é o principal precursor gluconeogênico em ruminantes, o que justifica a baixa atividade no epitélio ruminal e alta atividade hepática da propionil CoA sintetase. Cerca de 90 a 98% dos AGVs encontrados na circulação arterial e venosa periférica é acetato, demonstrando uma baixa atividade da enzima Acetil CoA Carboxilase no epitélio ruminal e hepático. Somente 3% do turnover é utilizado pelo fígado, sendo metabolizado pelos tecidos periféricos (adiposo e muscular) onde a atividade da enzima Acetil CoA Carboxilase é muito alta (Bergman, 1990).

O rúmen também contém uma população de protozoários, que podem ter certo impacto na fermentação de carboidratos através de: 1) da ingestão de grânulos de amido, açúcares solúveis e pequenas partículas de plantas as quais são digeridas internamente. Esta ingestão pelos protozoários pode alterar a taxa e a extensão da fermentação do amido pela diminuição da disponibilidade desse substrato para o rápido crescimento bacteriano (Kotarski et al., 1992); 2) ingestão de bactérias em número suficiente para diminuir a taxa de fermentação ruminal. Entretanto, dietas ricas em grãos freqüentemente levam a uma queda brusca de pH e como os protozoários são muito sensíveis a pH abaixo de 6,0, não estão fortemente envolvidos na modulação da taxa de fermentação de amido em ruminantes alimentados com dietas ricas em grãos,

devido à diminuição da população desses microrganismos (Kotarski et al., 1992).

2.1.3 Síntese de proteína microbiana no rúmen

A fermentação ruminal é o resultado de atividades físicas, motilidade e ruminação, e microbiológicas as quais convertem componentes da dieta em produtos que são utilizados (AGVS, proteína microbiana, vitaminas do complexo B), ou não (metano e gás carbônico) pelo hospedeiro. Alguns desses produtos, todavia, podem ser tóxicos, como é o caso do nitrogênio amoniacal e nitratos (Owens, 1988; Van Soest, 1982 e 1994).

Segundo Sniffen et al. (1992) a produção de composto nitrogenado microbiano ou proteína microbiana é resultado da eficiência microbiana (g de nitrogênio de origem bacteriana/kg de matéria orgânica verdadeiramente digerida no rúmen (MOVD) X a quantidade de matéria orgânica verdadeiramente digerida no rúmen (kg de MOVD)). Pelo simples fato de que a proteína e os lipídios estão contidos na matéria orgânica e os mesmos contribuem com muito pouca energia (ATP) para os microrganismos, vários estudos têm sugerido que o mais apropriado seria expressar eficiência microbiana como função da digestão de carboidratos no rúmen. Desta forma, a produção microbiana (g de N) passa a ser resultado da quantidade de substrato fermentado no rúmen (carboidrato) e da eficiência microbiana (g de N/kg de carboidrato fermentado) (Russel et al., 1992).

Além da energia e proteína (fonte de AA e N) o crescimento e a eficiência de crescimento dos microrganismos ruminais também são afetados por: 1) pH ruminal, o qual estando abaixo de 6,2 pode deprimir o crescimento de microrganismos, principalmente bactérias celulolíticas e metanogênicas; 2) taxa de passagem, pois a eficiência de crescimento de células microbianas aumenta à medida que aumenta a taxa de diluição. Altas taxas de renovação, devido a maior taxa de passagem, selecionam espécies bacterianas com taxas

mais rápidas de crescimento e provocam a diminuição por lavagem das espécies com taxas menores de crescimento, aumentando a eficiência microbiana e, podendo até diminuir a extensão da digestão ruminal, prejudicando a ação das bactérias celulolíticas. Todos esses fatores são determinados pelo nível de consumo pelo animal, sistema de alimentação animal, tamanho de partícula, qualidade da forragem e, proporção, tipo e processamento dos carboidratos dos alimentos (Owens, 1986; Clark et al., 1992; Huber et al., 1994; Van Soest., 1994).

A proteína microbiana sintetizada no rúmen é uma fonte excelente de aminoácidos e muita bem balanceada, sendo superior a qualquer suplemento protéico comumente usado em dietas para vacas leiteiras. No NRC (1985), considera-se que a proteína microbiana pode suprir de 60 a 80% dos aminoácidos absorvidos pelo intestino, em ruminantes submetidos a vários estágios de produção. Portanto, o aumento na síntese de proteína microbiana pode melhorar a quantidade e o perfil de aminoácidos essenciais (AAE) que chegam ao duodeno para serem absorvidos, resultando especialmente em mais lisina e metionina para a síntese de leite (Santos et al., 1998). Estudos têm indicado que a produção de leite e de proteína do leite são aumentadas quando lisina e metionina estão em proporções adequadas, 7,2% e 2,4% respectivamente, na proteína metabolizável no intestino delgado de vacas em lactação (Schwab, 1994; National Research Council-NRC, 2001).

As bactérias ruminais requerem amônia, aminoácidos e peptídeos para seu máximo crescimento. A amônia é a principal fonte de nitrogênio para os fermentadores de carboidratos estruturais, enquanto os aminoácidos e peptídeos constituem a fonte principal de nitrogênio para os fermentadores de carboidratos não estruturais (Russell et al., 1992). A concentração ruminal de N-amoniaco necessária para maximizar a síntese de proteína microbiana ainda é motivo de controvérsia. Clark et al. (1992) sugeriram 2-5 mg/dl, enquanto que Odle et al. (1987) sugeriram 12,5 mg/dl (tratamento com cevada laminada) e 6,1mg/dl (tratamento milho quebrado). O

que parece existir de fato é que o nível ótimo de nitrogênio amoniacal ruminal varia de acordo com a disponibilidade de carboidrato fermentáveis no rúmen (Santos et al., 1998).

Desta forma, o nitrogênio e carboidratos são requeridos em grandes quantidades e têm que estar disponíveis de maneira sincronizada para estimular rápido crescimento bacteriano. Quando o nitrogênio é degradado a uma taxa mais rápida que a fonte de energia, excesso de amônia será carreado via sistema portal para o fígado para formar uréia. Parte desta uréia será reciclada no trato digestivo e, grande parcela será excretada nas fezes e via urina, havendo perda de energia para o animal. Em contra partida quando a quantidade de energia degradada se sobrepõe a quantidade de nitrogênio ruminal disponível, o crescimento microbiano diminui (Owens et al., 1988; Huber et al., 1994).

Stockes et al. (1991) observaram altos valores de síntese de proteína microbiana quando vacas leiteiras se alimentaram com dietas contendo altas proporções de carboidratos não estruturais e proteína degradável no rúmen (38 e 13,2 respectivamente ou 31 e 11,8% na matéria seca da dieta) comparado com dietas contendo baixos teores de carboidratos não estruturais e proteína degradável no rúmen (24 e 9% respectivamente).

Aldrich et al. (1993) observaram alto fluxo de proteína microbiana para o duodeno quando vacas em lactação se alimentaram com uma dieta alta em amido degradável no rúmen (milho alta umidade) combinada com fontes de proteína de alta degradabilidade ruminal (farelo de canola e farelo de soja).

Maiores fluxos de proteína microbiana para o intestino de vacas em lactação têm sido reportados quando, fontes de amido de alta degradabilidade ruminal substituem fontes menos degradáveis (Theurer et al., 1999).

2.1.4 Digestão intestinal do amido

O amido não degradável no rúmen, passa para o intestino delgado onde será enzimaticamente digerido da mesma forma como ocorre em outras espécies animais (Huntington, 1994 e 1997). A digestão do amido intestinal requer enzimas capazes de clivar ligações glicosídicas α 1-4 e α 1-6. Desta forma, o pâncreas secreta a enzima α -amilase, a qual irá hidrolisar amilose e amilopectina em oligossacarídeos de duas (maltose) e três (maltotriose) unidades de glucose e α -dextrinas e uma pequena quantidade de glucose. Esta fase é denominada de fase luminal da digestão (Argenzio, 1984; Gray, 1992; Harmon, 1992a, b). Como os enterócitos não absorvem moléculas de carboidrato maiores que glucose (monossacarídeo) o processo de hidrólise continua nas bordas em escova das microvilosidades intestinais através das oligossacaridasas: 1) glucoamilase (maltase-glucoamilase, amiloglucosidase); 2) α -dextrinase (isomaltase). Os ruminantes não têm atividade da sucrase mensurável e desta forma dependem da atividade da maltase e isomaltase para produzir unidades de glucose para absorção (Harmon, 1992b; Huntington, 1997). A glucose originária desta segunda hidrólise é absorvida através de transporte ativo com sódio (Gray, 1992).

Existe uma controvérsia entre vários autores no que tange à capacidade de digestão intestinal do amido. Tem-se observado que quando se aumenta a quantidade de amido a ser digerido no intestino ocorre redução na digestibilidade, entretanto tem havido discordâncias na literatura quanto as prováveis causas desta limitação (Owens et al., 1986; Nocek & Taminga, 1991; Huntington, 1997).

Huber et al. (1961) mostraram que a infusão abomasal de amido não foi capaz de elevar a concentração plasmática de glucose aos mesmos níveis quando infundiu-se quantidades similares de glucose, lactose e maltose. É possível que o intestino delgado não tenha sido capaz de digerir a quantidade de amido que veio do abomaso, o que denotaria uma limitação na

capacidade de hidrólise do amido neste compartimento. Por outro lado, é possível que as vísceras drenadas pelo sistema portal hepático tenham usado glucose de forma mais intensa quando o amido e não glucose foi suprido via infusão.

Orskov (1986) reportou que a digestão do amido no intestino delgado pode ser limitada por falta de enzimas envolvidas com a hidrólise (α -amilase e isomaltase) e que também existe uma capacidade limitada de absorção de glucose. Theurer (1986) também sugeriu uma limitação enzimática e que o processamento beneficia o aumento da digestibilidade intestinal, pois ocorre um decréscimo na quantidade de amido que chega ao intestino delgado.

Owens et al. (1986) sugeriram não haver limitação enzimática para a digestão intestinal do amido, visto que não se atingiu um platô ou limite de quantidade de amido que desaparecera do intestino delgado. Eles propuseram que a limitação de digestão se devia a forma como este amido chegava ao intestino delgado (processamento, com alteração da matriz protéica e área superficial) e o tempo de permanência (aumenta a extensão da digestão). Nesta mesma revisão, através de uma equação de regressão múltipla dos dados de 40 experimentos com novilhos de corte, os autores postularam que alterando o sítio de digestão do amido do rúmen para o intestino delgado, resultaria em aumento na absorção de glucose e seria 42% mais eficiente energeticamente que a fermentação ruminal.

Croom et al. (1992) propuseram que a digestão incompleta do amido que chega ao intestino delgado esta relacionada com uma assincronia entre o fluxo de amido que chega ao duodeno e a secreção pancreática de α -amilase. Eles concluíram que em virtude dos ruminantes serem fermentadores pré-gástricos, os mesmos possuem um fluxo constante de bolo alimentar para o duodeno, o que impede a implementação de alguns dos controladores neuro-endócrinos da secreção pancreática como observado em outras espécies.

Em sua revisão, Harmon (1992) propôs que alguns fatores da dieta poderiam estar influenciando a atividade das carboidrases na capacidade

de digestão do amido no intestino delgado. Foi observado que a concentração de α -amilase pancreática aumentou com a ingestão de energia metabolizável e não com a ingestão de amido, mas os efeitos nas dissacaridases intestinais (glucoamilase e α -dextrinase) foram mínimos.

Mais recentemente, Huntington (1997) em sua extensa revisão de literatura propôs que a absorção de glucose não é limitante, para a digestão de amido, mas que existe limitação enzimática (α -amilase). Segundo este autor, os estudos realizados confirmam os primeiros trabalhos que identificaram a falta de adequada atividade α -amilase pancreática como sendo a causa primária de não haver 100% de digestão de amido no intestino delgado. Apesar da limitação enzimática, trabalhos com novilhos de corte, demonstraram alta capacidade de digestão de amido no intestino delgado quando quantidades de 2,0 kg de milho grão ou 2,5 kg de sorgo laminado a seco foram digeridos nesse órgão (Huntington, 1997).

Apesar de Owens et al. (1986) postularem que a digestão intestinal beneficiaria o animal em termos energéticos, trabalhos mais recentes (Reynolds & Huntington, 1988a, b; Huntington, 1997) demonstraram que o fluxo líquido de glucose no sistema porta-hepático é nulo ou negativo, o que significa que toda a glucose que chega na glândula mamaria para a síntese de lactose é proveniente da gluconeogênese hepática.

No intestino grosso, especificamente no ceco e cólon, o amido que escapar da fermentação ruminal e da digestão enzimática no intestino delgado, poderá ser fermentado por microrganismos ali existentes. A fermentação do amido no intestino grosso resulta na produção de AGVS e síntese de proteína microbiana. Entretanto, a proteína microbiana sintetizada não é absorvida, sendo completamente excretado através das fezes e constituindo-se em importante fonte de perda de nitrogênio para o animal (NRC, 1985). Já, os AGVS produzidos podem ser absorvidos e utilizados pelos ruminantes (Armentano, 1992). Theurer (1986) concluiu que o processamento do milho ou sorgo aumenta a degradabilidade do amido no rúmen e intestino

delgado, diminuindo o fluxo de amido e a reciclagem de N para o intestino grosso. Este processo provavelmente aumenta a economia de energia e N para o animal. Oliveira et al. (1995) em seu experimento com vacas leiteiras observaram que as vacas alimentadas com sorgo laminado a seco tinham mais amido e proteína nas fezes e um menor pH fecal quando comparadas com vacas alimentadas com sorgo floculado, sugerindo que uma quantidade significativa de amido fermentou no intestino grosso.

2.2 Raspa de mandioca como fonte de amido em substituição ao milho.

O milho é geralmente o principal ingrediente do concentrado para vacas leiteiras no Brasil, por ser uma fonte rica em amido e energia.

O amido representa 60 a 72 % da composição dos grãos de cereais (Huntington, 1997) e está presente nas raízes e nos tubérculos (Zeoula, 1999). Um desses tubérculos é a mandioca, da qual obtém-se a raspa como subproduto da produção de farinha. O Brasil é o maior produtor mundial de mandioca, com cerca de 24 milhões de toneladas anuais, e tem se mantido nessa posição por muitos anos (Pires, 1999).

O uso de mandioca e seus subprodutos na alimentação animal vem crescendo no mundo. O mercado comum europeu (MCE) é o maior centro importador de raspa, e vem utilizando-a cada vez mais na composição de rações balanceadas para nutrição animal em substituição ao milho e a cevada (Pires, 1999).

A raspa de mandioca que possui valores de amido entre 72 a 91% (Smet et al., 1995; Zeoula, 1999), sendo superior ao do milho. Os grãos de amido da mandioca têm forma esférica e semiesférica e os do milho poliédricos, no entanto, o tamanho dos grãos de amido é semelhante para essas fontes (5-35 μm) (Pires, 1999). Em grãos como o milho, a amilopectina representa pelo menos 70 % do amido, já na mandioca a amilopectina representa apenas 17%

do amido (Morrison & Laidnelet, 1983). Uma outra característica do amido de mandioca que o diferencia do milho é a ausência de matriz protéica e de corpos protéicos associados aos grãos de amido (Pires 1999). Devido, aos altos teores de amilose existentes no amido da mandioca, esperava-se menores taxas de digestibilidades, no entanto esse é altamente degradável com taxas de 16,8%/h no rúmen em comparação ao milho (4%/h) (Nocek & Taminga, 1991). O NRC (1996) também apresenta taxas elevadas de degradação para o amido da mandioca no rúmen (40%/h). A razão para isso é possivelmente a ausência de associação dos grãos de amido com os corpos e matrizes protéicas, fazendo com que a raspa de mandioca seja um produto interessante para substituir o milho como principal fonte de amido da dieta.

Aroeira et al. (1996) através da incubação *in situ* com sacos de náilon em vacas secas observaram 90,4% de degradabilidade efetiva e 96,4% de degradabilidade potencial para a MS da raiz da mandioca e 81,3% e 97,4% respectivamente para o milho fubá. Zeoula et al. (1999) encontraram valores de degradabilidade efetiva de 79,1% para raspa e 57,8% para o milho. Smith et al.(1991) obtiveram com novilhas cruzadas valores de 82 e 77% respectivamente, para degradabilidade potencial da MS da casca de mandioca moída e do milho moído .

Ramos (2000) não encontrou diferenças no coeficiente de digestibilidade de MS, MO, FDN, FDA e PB entre grão de milho e bagaço de mandioca (resíduo da produção de fécula de mandioca). O mesmo autor considera que o bagaço de mandioca caracteriza-se como subproduto de boa utilização pela microflora ruminal, com coeficiente de digestibilidade de MS acima de 61%. A substituição do milho em até 45% por bagaço de mandioca para garrotes mestiços aumentou o consumo de matéria seca da dieta, mas a substituição acima de 45%, reduziu o consumo. No mesmo trabalho, a substituição de até 66% do milho por bagaço de mandioca não afetou o ganho de peso diário e a conversão alimentar dos animais.

Ferreira et al. (1989) não encontraram diferença na conversão alimentar de novilhos recebendo suplemento energético com 100% de milho em grão, ou 50% de milho em grão e 50% de raspa de mandioca.

Holzer et al. (1997) avaliou o efeito da adição de mandioca como fonte de energia em dietas contendo feno e farelo de soja e observaram redução na digestibilidade da FDN devido ao aumento do conteúdo de amido da dieta, ao se adicionar mandioca em comparação com Stumpf Jr. & Lopes (1994), em estudo para avaliar os efeitos de inclusão da raiz de mandioca descascada e desidratada como fonte de amido sobre o consumo e digestibilidade, também observaram que o aumento da porcentagem de inclusão acima de 30% na MS reduziu a digestibilidade da fibra.

Com relação a proteína, Zinn & De Peters (1991), em um experimento para avaliar a substituição do milho floculado pela mandioca, observaram que, embora ambos apresentem conteúdo de nitrogênio (N) diferentes, a taxa de passagem do N para o intestino delgado foi semelhante para as duas dietas, refletindo em maior síntese de N microbiano das dietas contendo mandioca. Segundo esses autores, o amido da mandioca é muito eficiente na síntese de proteína microbiana, contribuindo com o aumento da degradabilidade da PB.

2.3 Polpa cítrica peletizada como fonte de energia para ruminantes

Apesar do Brasil ser o principal produtor mundial de polpa cítrica peletizada, com a safra 98-99 estimada em 900 mil a 1 milhão de toneladas segundo Rocha Filho (1998), até meados de 1993 o produto era quase desconhecido para a pecuária nacional. A principal razão residia no fato de que a polpa cítrica peletizada, desde o início da década de 70 era exportada quase que integralmente para a Europa (95-97% da produção), sendo empregada como ingrediente de ração para bovinos.

No entanto, em meados de 1993, o produto sofreu uma queda nas cotações internacionais em virtude de menor demanda, o que obrigou as indústrias esmagadoras a direcionarem parte da produção para o mercado interno (Carvalho, 1995). Apesar do pouco tempo, a polpa cítrica peletizada (PCP) consolidou-se e vem conquistando cada vez mais seu espaço no mercado interno, não só pelo trabalho de divulgação exercido por técnicos e revistas especializadas, como também pelas qualidades nutricionais deste alimento. Além do fato de que a sua época de produção é extremamente favorável, com a safra sendo iniciada em maio e terminando em janeiro, coincidindo com a entressafra de grãos, como o milho e sorgo. Desta forma os produtores de leite ou corte contam com um importante suplemento energético exatamente nos meses em que o milho atinge cotação máxima.

A composição bromatológica da polpa cítrica peletizada nacional, evidenciada em vários trabalhos, demonstra que a mesma possui ao redor de 85-90% do valor energético do milho, não sendo, assim como este, uma boa fonte protéica (NRC, 2001; Stern & Ziemer, 1993). Quando comparada com o milho, a polpa cítrica peletizada é um material com teor muito baixo de amido em sua composição, com valores entre 0,1 e 0,14% segundo Deaville et al. (1994). A polpa cítrica peletizada é considerada um alimento concentrado energético, porém, apresenta características sob o aspecto de fermentação ruminal que a colocam como um produto intermediário entre volumosos e concentrados (Fegeros et al., 1995).

Outra característica importante a ser mencionada é o seu alto teor de carboidratos solúveis ao redor de 25% da matéria seca (Waiman e Dewey, 1988), enquanto valores de até 35% foram relatados por Faria et al. (1972).

Além de possuir alto teor de carboidratos solúveis e parede celular altamente digestível, a polpa cítrica apresenta em sua composição um carboidrato denominado pectina (25% da matéria seca), constituída por polímeros de ácido galacturônico e que fazem parte da estrutura da parede

celular dos vegetais. A pectina é um carboidrato estrutural quase totalmente (90-100%) degradável no rúmen (Noceck, 1991; Stern & Ziemer, 1993), sendo invariavelmente o carboidrato complexo de mais rápida degradação ruminal (Van Soest et al., 1991). Sniffen (1988) observou taxas de degradação ruminal entre 30 e 50% por hora para a pectina, enquanto que o amido de milho não processado a vapor é digerido a uma taxa que varia de 10 a 20% por hora. Chesson & Monro (1982) encontraram valores similares de 30 a 45% por hora de taxa de degradação para a pectina e, tendo sua quase completa degradação em 12 ou 18 horas. Este polissacarídeo não amídico, presente na polpa cítrica peletizada, beterraba, maçã ou na alfafa, é um carboidrato prontamente disponível para que haja máxima produção de proteína microbiana no rúmen, o que é fundamental uma vez que na maior parte das dietas a proteína microbiana corresponde a 50-60% da proteína que chega ao intestino delgado da vaca (Clark et al., 1992).

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 favorece a produção de acetato e não lactato e propionato como a fermentação amilolítica (Van Soest, 1987 e 1994).

Reinato et al. (2002) concluíram que o pH e N-NH₃ foram superiores nos tratamentos onde houve substituição parcial do milho pela polpa, indicando que é interessante a inclusão de polpa cítrica à dieta, por essa apresentar características particulares dos alimentos volumosos quanto à fermentação ruminal, podendo melhorar a degradabilidade da fibra do volumoso, principalmente, se for de melhor qualidade, devido ao aumento da população de bactérias celulolíticas.

A polpa cítrica peletizada é caracterizada pela alta digestibilidade da matéria seca. Schultz et al. (1993) estudaram a

degradabilidade ruminal de diversos subprodutos através da técnica de degradação “in situ” e concluíram que a polpa cítrica peletizada é rápida e extensamente degradada no rúmen, sendo superior em degradação quando comparada ao milho laminado. Giardini (1993) cita que em dietas para vacas leiteiras de alta produção, na qual a parcela de alimentos concentrados é elevado, pode haver deficiência de fibra na dieta e conseqüentemente causar efeitos deletérios na manutenção da motilidade ruminal e estímulo à ruminação. Substituindo-se parte do amido da dieta por polpa cítrica peletizada, permite-se elevar o nível de fibra na dieta e ainda manter adequada disponibilidade de carboidrato degradável no rúmen. A fração fibrosa da polpa cítrica apresenta elevada digestibilidade ruminal, pois apesar do teor de FDA ser por volta de 24%, tem baixo teor de lignina (1%), significando que quase totalidade da fibra é digerida no rúmen do animal (Orskov, 1987).

De acordo com Van Soest (1987), a substituição de produtos com alto teor de amido (milho, mandioca) por alimentos com alto teor de pectina, gera um efeito desejável em dietas de vacas em lactação. Isto ocorre basicamente pela redução na queda do pH ruminal devido à fermentação acética em substituição à fermentação láctica e pela capacidade de tamponamento ruminal da pectina.

Loggins et al. (1964) e Hentges et al. (1966), também atestaram em seus trabalhos que a polpa cítrica contribuiu para a elevação da produção de ácido acético, aumentando a relação acético/propiónico no rúmen. Ao comparar a polpa cítrica com o milho em dietas para bovinos de corte, Hentges et al. (1966) observaram aumento da relação acético/propiónico no fluido ruminal com a substituição do milho por polpa.

A maior disponibilidade de ácido acético (precursor da gordura do leite) e melhor ambiente ruminal propiciam condições para a elevação do teor de gordura do leite quando a polpa cítrica é introduzida na dieta (Menezes Jr. et al., 1999).

Schaibly & Wing (1974) testaram a polpa cítrica substituindo a silagem de milho nas percentagens de 0; 33; 67; 100% em base de matéria seca, em novilhos Jersey e observaram que a digestibilidade da matéria seca e da energia aumentaram até o nível de 67% de substituição por polpa cítrica. A proporção molar de ácido acético uma e duas horas após a alimentação, foi maior para o tratamento com 100% de substituição quando comparado com os demais tratamentos. Entretanto, não houve diferença significativa entre os tratamentos 4 horas após alimentação. O pH mais baixo encontrado foi 6,81 e 6,75 para os tratamentos com 67 e 100% de substituição, respectivamente.

Wing (1975) utilizou novilhos de corte fistulados e testou o efeito da forma física (peletizada ou plana) no padrão de fermentação ruminal. Todas as dietas continham 33% de feno de alfafa, 33% de polpa cítrica, 26% de farelo de soja, 6,5% de aveia, 0,75% de sal e 0,75 % de fosfato. O tratamento 1 continha polpa cítrica plana; O tratamento 2, polpa cítrica plana (22%) e polpa cítrica peletizada (11%); o tratamento 3, polpa cítrica plana (11%) e polpa cítrica peletizada (22%) e o tratamento 4 polpa cítrica peletizada. A porcentagem molar média ruminal dos AGVs para todos os tratamentos foram similares, sendo: acetato 67,7% ; propiônico 15,5% ; butírico 14,2% ; valérico 1,0% e isovalérico 0,8%.

Wing (1982) reportou em sua revisão, que a inclusão de polpa cítrica seca até 60% do concentrado (0%, 10%, 20%, 30%, 40%) bem como sua substituição por milho grão moído (32,7%, 22%, 11,2%, 0%, 0%), respectivamente, em dietas de novilhos, não afetou a digestibilidade da matéria seca, proteína, energia ou balanço de ácidos graxos voláteis no rúmen.

Valk et al. (1990) observaram menores perdas de amônia no rúmen em dieta com polpa de beterraba (semelhante a polpa cítrica) em comparação ao milho. Eles sugeriram que os microrganismos do rúmen utilizaram mais amônia proveniente da degradação da proteína da forragem, quando a polpa de beterraba substituiu o milho. Mc. Cullough (1995), sugeriu que a utilização do nitrogênio da dieta pode ser alta em dietas contendo

alimentos ricos em pectina, como a polpa cítrica e de beterraba. A concentração de nitrogênio na forma de uréia no sangue é um indicativo da existência de amônia não aproveitável no rúmen, sendo essa eliminada como uréia pela urina. Nas dietas com alto teor de polpa cítrica a uréia sangüínea foi significativamente menor do que na dieta com milho, o que permite deduzir que houve maior retenção e, conseqüentemente, utilização mais eficiente da proteína pelos animais que receberam a polpa cítrica.

Rocha Filho (1998) trabalhou com vacas canuladas no rúmen, e estudou a substituição da silagem de milho por diferentes quantidades de polpa cítrica peletizada, milho ou combinação de milho + polpa. Os resultados de produção total de ácidos graxos voláteis, pH ruminal, amônia ruminal e uréia sangüínea não foram diferentes entre os tratamentos. A inclusão de polpa cítrica aumentou a proporção molar de acetato e diminuiu a proporção molar de propionato em relação à dieta contendo milho.

Santos et al. (2002) compararam milho moído grosso e milho floculado com e sem a adição de polpa cítrica peletizada para vacas leiteiras. Os autores observaram que o desempenho das vacas foi superior com a combinação de uma fonte de amido de alta degradabilidade ruminal (milho floculado) e polpa cítrica.

Drude et al. (1971) trabalharam com vacas leiteiras cujas dietas continham 60% de concentrado e 40% de volumoso (silagem de milho + alfafa peletizada; silagem de milho + polpa cítrica; alfafa peletizada + polpa cítrica e alfafa peletizada + casca de algodão) na matéria seca. Foi observado que quando a polpa cítrica ou a alfafa foram incluídas na dieta, a ingestão de matéria seca foi similar entre os dois tratamentos. Entretanto, houve uma maior produção de leite corrigido para gordura e um maior percentual de gordura no leite quando cada um desses alimentos foi combinado com silagem de milho. A polpa cítrica proporcionou maiores ingestões de matéria seca, percentual de gordura no leite e maior produção de leite corrigido para gordura quando combinada com silagem de milho do que com alfafa peletizada.

Lucci et al. (1975), substituíram até 100% do milho desintegrado com palha e sabugo em dietas de vacas em lactação de baixa produção, chegando a fornecer 67% do concentrado na forma de polpa cítrica. Os autores obtiveram aumento do teor de gordura e da produção de leite corrigida para gordura (12,6 para 13,2 kg vaca/dia). Os dados mostraram que a polpa cítrica pode substituir totalmente o milho desintegrado com palha e sabugo em dieta de vacas em lactação, com baixa produção sendo a extensão desta substituição apenas função do preço dos ingredientes.

Van Horn (1975) comparou a inclusão de polpa cítrica em percentuais de 8 e 43% como componentes de dietas completas. A dieta com maior quantidade em polpa cítrica resultou em maior teor de gordura do leite (4,16% contra 3,57%). Os parâmetros de fermentação neste experimento não foram mensurados, entretanto, os autores argumentaram que ficou evidente o papel da polpa cítrica na manutenção da gordura do leite, provavelmente devido à maior produção de acetato e melhor ambiente ruminal para bactérias celulolíticas.

Wickes & Bartsch (1978) trabalharam com quatro grupos de nove vacas holandesas cada um, as quais recebiam 67% dos requerimentos de energia metabolizável através de ryegrass (azevem) e os 33% restantes através de misturas de cevada grão e polpa cítrica seca. Os autores observaram que as vacas que se alimentaram de 1,9 e 3,4 kg de polpa cítrica produziram menos proteína no leite e a produção de leite foi maior no tratamento com 1,9 kg de polpa (15,2 kg/leite).

Sutton et al. (1987), trabalharam com concentrados amiláceos (cevada, trigo, mandioca) e concentrados fibrosos (polpa cítrica e polpa de beterraba) para vacas em lactação, em proporções de 60 a 80% da dieta. Com concentrados amiláceos, quando utilizados em doses altas na dieta, houve um aumento de 22% na produção de leite, porém, uma severa depressão na concentração de gordura. A queda na concentração de gordura no leite foi

menos severa para os concentrados fibrosos na dose de 80% de concent na dieta.

Belibasakis et al. (1996) trabalharam com 20 vacas holandesas, fornecendo polpa cítrica e de beterraba em substituição ao milho e observaram que a ingestão de matéria seca, energia metabolizável e proteína, como também, produção de leite, % e produção de proteína do leite e lactose do leite não foram afetados pelos tratamentos. Entretanto, o tratamento com a polpa cítrica seca aumentou o percentual e a produção de gordura do leite (4,48% vs. 4,12% e 1,06 vs. 0,95 kg/dia). Nenhum efeito significativo foi observado nas concentrações plasmáticas de glicose ou uréia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e animais

O trabalho foi conduzido durante o verão de 2001 nas instalações do Departamento de Zootecnia da “Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, em Piracicaba, São Paulo. As instalações constaram de um sistema de confinamento do tipo "free-stall". Foram utilizados 3 lotes do free-stall, com 8 vacas em cada lote.

Foram utilizadas 24 vacas Holandesas, 12 multíparas e 12 primíparas, com período médio de lactação de 200 dias (176 a 209 dias) no início do período experimental e com uma produção de leite média de 18 kg/d (12 a 24kg/d). Todas as vacas, receberam injeções de somatotropina bovina (LACTOTROPIN®) a cada 10 dias, para que essas iniciassem os períodos experimentais e pré-experimentais com uma nova aplicação.

3.2 Tratamentos

O trabalho experimental avaliou a substituição do milho por polpa cítrica ou raspa de mandioca na dieta de vacas em lactação. Esses dois subprodutos foram utilizados como fontes alternativas de energia que substituíram parcial e totalmente o milho moído fino. As dietas foram isoprotéicas e isoenergéticas, formuladas com o objetivo de comparação entre os diferentes tratamentos, utilizando o programa CPM-Dairy (Cornell University, 1998).

Tabela 1. Ingredientes das dietas experimentais.

INGREDIENTES	T1 (M)	T2 (M + PC)	T3 (PC + RM)
	% na MS		
Silagem de milho	41,64	41,64	41,4
Milho moído fino	26,84	12,84	-----
Polpa cítrica peletizada	----	12,84	11,57
Raspa de Mandioca	----	-----	11,57
Farelo de soja	6,36	7,52	9,49
Uréia	1,16	1,16	1,16
RUC	20,24	20,24	20,24
Minerais e vitaminas ¹	3,76	3,76	3,76

¹Composição (% na MS) : calcário calcítico, 42,14; fosfato bicalcico, 30,05; cloreto de sódio, 17,91; oxido de magnésio, 6,15; enxofre elementar, 1,85; zinco (Availa-ZN 100), 0,45; oxido de manganês, 0,28; oxido de zinco, 0,18; sulfato de cobre, 0,18; iodato de cálcio 1:3 (15,7%), 0,2; selenito de sódio 1:6 (6,4%) 0,02; sulfato de cobalto 1:1 (10%) 0,01; vitamina E (50%), 0,2; vitamina A (50%), 0,03; vitamina D (50%) 0,01; rumensin , 0,02

Tabela 2. Composição química das dietas experimentais.

	T1 (M)	T2 (M + PC)	T3 (PC + RM)
	% na MS		
MS	52,89	53,29	52,91
Amido	34,79	24,83	25,23
CNS ²	39,44	37,41	37,48
PB	16,38	16,43	16,41
FDA	17,92	20,41	22,73
FDN	37,69	39,33	38,89
EE	3,86	3,75	3,85
Cinzas	7,63	8,47	9,44
EL Mcal/kg	1,70	1,65	1,65

Amido = % de amido na MS base de dados do NRC 2001;

CNS (CPM-Dairy, 2001)

EL (energia líquida de lactação); (CPM-Dairy, 2001)

3.3 Período experimental e colheita de dados

O experimento teve a duração de 60 dias. Foram utilizados 8 Quadrados Latinos 3x3, com 20 dias para cada período. Os 10 primeiros dias foram utilizados para adaptação dos animais e os 10 dias restantes para a coleta de dados.

Os animais foram ordenhados 2 vezes ao dia, às 06:00 e 18:00 horas e as produções individuais de leite registradas a cada dois dias do período de coleta, através de medidores do tipo "True Test". Amostras de leite de cada vaca foram tomados nos últimos 3 dias nas 2 ordenhas diárias (manhã e tarde), compostas em apenas uma amostra por dia e enviadas para análise de gordura, proteína, lactose, sólidos totais pelo processo de infra-vermelho

através do analisador de leite infravermelho BENTLEY 2000 (BENTLEY INSTRUMENTS®), células somáticas através do contador de células somáticas Somacount™ 300 (BENTLEY INSTRUMENTS®) e uréia através do analisador de uréia ChemSpec 150 (BENTLEY INSTRUMENTS®), junto ao laboratório de análise de leite do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP.

A condição corporal de cada vaca também foi avaliada no primeiro e último dia de cada período, utilizando-se a escala de 1 a 5, de acordo com Wildman et al. (1982).

As vacas foram alimentadas em grupo (8 vacas por lote) duas vezes ao dia, às 6:00 e às 18:00 horas e as sobras de alimento foram quantificadas diariamente antes do fornecimento do período da manhã. A quantidade da dieta ofertada diariamente, foi regulada para permitir a sobra de até 5%.

A silagem e o resíduo úmido de cervejaria (RUC) foram amostrados semanalmente, os ingredientes concentrados foram amostrados no início do experimento. A dieta total, após ser misturada por 5 min. no vagão fornecedor de ração Siltomac®- 407 era distribuída nos cochos de alimentação, ela foi amostrada a cada 2 dias do período de coleta, sendo armazenadas no congelador com temperatura aproximada de -4°C .

As partidas de RUC foram adquiridas a cada 10 dias. Amostras semanais da silagem e RUC foram colocadas em estufa sob ar forçado para determinação da matéria seca a 55°C por 48 horas, a fim de se proceder o ajuste semanal da formulação das dietas. A silagem de milho apresentou valor médio de 30,4 % de MS e o RUC de 24,1%. As amostras de RUC, em seguida à secagem, foram moídas em peneira de 1 mm e analisadas para N através da combustão da amostra segundo o método de Dumas, utilizando-se um auto-analisador de nitrogênio, marca LECO, modelo *FP-528* (Wiles et al., 1998).

Para fins de análises laboratoriais, as amostras de alimento foram compostas por período e por tratamento, foram retiradas sub-amostras as quais, após o descongelamento, foram secas a 55°C por 72h para

determinação da matéria seca; moídas em peneira de 1 mm analisadas para determinação de FDN e FDA de acordo com os métodos propostos por Van Soest (1991); amido segundo POORE et al. (1993) e PB através da combustão da amostra segundo o método de Dumas, utilizando-se um auto-analisador de nitrogênio, marca LECO, modelo *FP-528* (Wiles et al., 1998). As análises foram realizadas no laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia.

3.4 Métodos estatísticos

O arranjo experimental utilizado foi o Quadrado Latino 3x3, com 8 repetições. Os animais foram agrupados de acordo com o número de lactações (primípara ou multípara), a produção de leite e dias em lactação, medidos durante os 10 dias do período pré-experimental.

A análise de variância foi realizada através do PROC GLM (*general linear model*) do pacote estatístico SAS (1991) e os dados obtidos de consumo, eficiência alimentar produção e composição de leite foram analisados utilizando-se o teste de comparação de médias dos Quadrados Mínimos. Considerou-se o nível de significância de 5% para a probabilidade do teste F na análise da variância.

O consumo de alimento de cada lote foi medido durante os 10 dias de coleta de dados de cada período. Para efeito de análise de consumo as 8 vacas por tratamento foram consideradas uma unidade experimental, formando apenas 1 Quadrado latino 3x3, ao passo que para produção e composição de leite cada vaca foi considerada como uma unidade experimental, e portanto estas análises contaram com 8 Quadrados Latinos 3x3.

O modelo estatístico utilizado para o experimento foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = u + C_i + P_j + T_k + E_{ijk}$$

Onde :

Y_{ijk} - variável resposta

C_i – efeito do animal

P_j – efeito do período

T_k – efeito do tratamento

E_{ijk} – erro residual

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de consumo de MS, produção e composição de leite e de condição corporal são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios de produção e composição de leite, escore de condição corporal de cada tratamento.

	T1 (M)	T2 (M + PC)	T3 (PC + RM)	EPM
CMS, kg/d	18,10	17,56	16,95	0,228
				8
Eficiência	0,86	0,93	0,94	0,069
				9
Leite (kg/d)	17,43	17,27	17,79	0,778
LCG 3,5%, kg/d	16,83	16,49	16,98	0,876
Gordura, %	3,43	3,32	3,4	0,138
Gordura, kg/d	0,572	0,556	0,571	0,036
Proteína, %	3,45	3,49	3,54	0,090
Proteína, kg/d	0,572	0,574	0,589	0,026
Lactose, %	4,06	4,00	3,83	0,12
S. Totais, %	11,83	11,54	11,55	0,269
N-Uréico, mg/dl	14,83	13,89	13,68	0,448
ECC	3,08	3,07	3,07	0,011
ECC, (F-I)	0,658	0,658	0,655	0,012

Eficiência = LCG/CM

EPM- Erro padrão da média

_{x,y} – valores com letras diferentes diferem entre si (P<0,05)

ECC= escore corporal; ECC, (F-I)= ECC inicial do período– ECC final do período

LCG 3,5% = (produção x 0,4337) + (16,218 x produção + % de gordura no leite)
(Ishler et al. 2003).

Os dados da Tabela 3 mostram que a substituição do milho por polpa cítrica (T1xT2) e milho por raspa de mandioca (T2xT3) não afetou o CMS ($P>0,05$). Entretanto houve a tendência ($P=0,125$) de redução no CMS quando o milho moído fino (T1) foi substituído pela combinação de polpa cítrica + raspa de mandioca (T1xT3). A não detecção de diferença estatística em alto grau de significância, apesar do baixo EPM, pode ser explicado pelo fato dos dados de CMS terem sido analisados como um único quadrado latino 3x3, uma vez que essa medida foi feita em grupo (8 vacas) e não individualmente.

Trabalhos que estudaram a substituição de milho por polpa cítrica em dietas para vacas leiteiras recebendo silagem de milho como principal volumoso (Belibasakis et al., 1996; Santos et al., 2002; Nussio et al., 2000) não mostraram redução significativa no CMS com a inclusão de polpa.

Dos 7 trabalhos revisados por Bargo et al. (2003), com vacas leiteiras recebendo gramíneas temperadas, seja via pastejo ou picada fresca no cocho, em três delas houve aumento, em uma houve redução e em três restantes não houve efeito no CMS, quando subprodutos fibrosos como a polpa cítrica, polpa de beterraba e casca de soja, substituíram produtos amiláceos como milho e grão de cevada.

Os dados obtidos e os revisados mostram inconsistência do efeito da fonte de energia (amilácea x subproduto) no CMS em vacas em lactação.

Dietas contendo silagem de milho e milho moído como principal fonte de energia são ricas em amido.

A substituição parcial de milho por polpa cítrica resulta em redução do teor de amido e concomitante aumento do teor de pectina da dieta. Apesar da elevada degradabilidade ruminal, a pectina apresenta um padrão de fermentação semelhante à fibra, produzindo grande quantidade de acetato, porém sem que haja produção de lactato (Santos et al., 2002). Isto pode resultar em melhor ambiente ruminal para a atividade microbiana, o que poderia estimular o CMS.

Silveira et al. (2001) observaram um melhor ambiente ruminal para o crescimento microbiano quando forneceram polpa cítrica e mandioca em substituição ao milho. O maior teor de FDN da polpa em comparação ao milho também pode favorecer um melhor ambiente ruminal, quando esta é incluída na dieta em substituição a fontes de amido (Giardini, 1993).

Por outro lado, a maior taxa de degradação ruminal da polpa cítrica e da raspa de mandioca em comparação com o milho moído (Van Soest et al., 1991), pode aumentar o aporte de AGVs e conseqüentemente, o aporte de energia para o animal, reduzindo assim o CMS em função dos mecanismos de controle quimiostático de ingestão de alimentos (NRC, 1989).

A tendência de redução na ingestão de matéria seca com a substituição de milho por polpa + raspa pode ser devido a estas serem fontes de energia de rápida degradabilidade ruminal. A raspa de mandioca possui um elevado teor de amido na MS, 91,39% (Zeoula et al., 1999) e degradabilidade efetiva de 90,4% (Aroeira et al., 1996), portanto, assim como a polpa cítrica, proporciona uma elevação na produção de AGVs no rúmen. Esses são utilizados pelo ruminante como principal fonte de energia, podendo representar até 80% dos requerimentos energéticos diários dos animais (Bergman, 1990; Van Soest, 1994).

O aumento da degradabilidade ruminal do amido da dieta, seja por substituição de um ingrediente por outro, ou intensificação do processamento do alimento pode afetar o CMS. Segundo Theurer et al., (1999) o processamento muito intenso de milho ou sorgo (floculação excessiva), pode levar a uma redução do CMS de vacas leiteiras, provavelmente devido à excessiva fermentação do amido no rúmen, prejudicando o ambiente ruminal e conseqüentemente a degradação de FDN. Ramos (2000) a substituiu o milho acima de 45% por bagaço de mandioca (resíduo da produção de fécula de mandioca), e observou queda no consumo da ração concentrada dos animais. Em dietas contendo feno e farelo de soja, Holzer et al. (1997), observaram

redução na digestibilidade da FDN, devido ao aumento do conteúdo de amido da dieta, ao se adicionar mandioca.

As produções de leite, LCG não foram afetadas pelos tratamentos ($P>0,05$). Dados obtidos por Santos et al, 2002; Nussio et al, 2000; Drude et al. (1971), Lucci et al. (1975), Van Horn (1975) e Belibasakis et al. (1996), também mostraram que a substituição de produtos amiláceos por polpa cítrica, não afetou a produção de leite.

Em recente revisão sobre suplementação para vacas leiteiras em pastagens Bargo et al. (2003) observaram que a substituição de milho por subprodutos fibrosos como polpa cítrica, polpa de beterraba ou casca de soja, não afetam a produção de leite em 6 dos 7 trabalhos revisados.

De acordo com o NRC (1996; 2001) a polpa cítrica e o farelo de mandioca contêm entre 92 a 95% do valor energético do milho. A ausência de efeito negativo no desempenho de vacas leiteiras quando esses subprodutos substituem parcial ou totalmente o milho, observado em outros e neste estudo, sugerem que o valor energético sugerido para esses alimentos, pode estar subestimado. A degradabilidade ruminal elevada da polpa cítrica e da raspa de mandioca, podem favorecer a maior produção de AGV no rúmen, resultando em aporte energético para o animal similar ou até mesmo maior que o do milho.

No presente estudo, a substituição de milho (T1) pela combinação de polpa cítrica + raspa de mandioca (T3) não afetou a produção de leite e de LCG ($P>0,05$). Entretanto, a tendência de menor CMS, sugere um aumento na eficiência alimentar. Entretanto, não houve efeito significativo ($P>0,05$) do tratamento para esse parâmetro.

Os dados de Santos et al. (2002) mostraram que a combinação de uma fonte de amido de alta degradabilidade ruminal (milho floculado) com polpa cítrica, resultou em melhor desempenho de vacas leiteiras que o fornecimento de uma fonte exclusiva de amido, seja de alta (milho floculado) ou baixa (milho moído grosso) degradabilidade ruminal.

Wickes & Bartsch (1978) obtiveram maior produção de leite, quando grãos de cevada foram combinados com polpa cítrica na proporção de 50% cada em comparação com apenas cevada ou apenas polpa no concentrado para vacas recebendo azevém com fonte de forragem.

Assim como o CMS e produção, a eficiência alimentar (LCG/CMS) não teve diferença estatística ($P>0,05$) entre os tratamentos. A maioria dos trabalhos revisados por Theurer et al. (1999), comparando milho ou sorgo floculado versus laminado ou moído, mostraram melhor eficiência alimentar para a fonte de amido de maior degradabilidade ruminal (floculado). Na maioria desses trabalhos, a vantagem para o material floculado adveio de uma maior produção de LCG sem alteração no CMS. Entretanto, em três dos trabalhos revisados por esses autores (Santos et al., 1997; Santos et al., 1998; Oliveira et al., 1992), a maior eficiência para o sorgo floculado em relação ao laminado, adveio de um CMS menor com igual produção de LCG.

Os teores e as produções de gordura do leite não foram afetados pelos tratamentos ($P>0,05$). A grande maioria dos trabalhos que estudaram a inclusão de polpa cítrica em substituição a produtos amiláceos, especialmente o milho, na dieta de vacas leiteiras, mostraram um aumento no teor de gordura do leite com a adição de polpa (Santos et al., 2002; Nussio et al., 2000; Drude et al., 1971, Lucci et al., 1975, Van Horn, 1975 e Belibasakis et al., 1996). O maior teor de gordura no leite com produção similar de leite, resultou nesses estudos em um aumento consistente na produção de LCG 3,5%. Na maioria dos 7 trabalhos revisados por Bargo et al. (2003) com vacas mantidas em pastagens ou recebendo forragem verde picada, a substituição de produtos amiláceos (milho ou cevada) por subprodutos fibrosos (polpa cítrica, polpa de beterraba e casca de soja) resultou em valores numéricos para teor de gordura do leite, mais elevados. Entretanto em apenas um trabalho houve diferença estatística.

A teoria mais atual sobre os mecanismos que afetam o teor de gordura do leite, é a da produção e absorção de ácidos graxos de cadeia trans

pelo trato digestivo da vaca leiteira, e seu efeito inibitório sobre a síntese de ácidos graxos de cadeia curta pela glândula mamária (NRC, 2001). A produção de ácidos graxos de cadeia trans no rúmen é intensificada em condições de pH desfavorável à biohidrogenação realizada pelos microrganismos ruminais. Segundo Gaynor et al. (1994) esses ácidos graxos causam uma diminuição na atividade da enzima carnitina acil transferase que participa da formação de triglicerídeos no tecido da glândula mamária. A redução no teor de amido da dieta com a inclusão de polpa cítrica em substituição parcial ou total ao milho ou à fonte de amido em questão, deve resultar em ambiente ruminal mais favorável aos microrganismos ruminais (Van Soest., 1991) e por conseqüência, minimizar a produção de ácidos graxos de cadeia trans (NRC, 2001). Além deste aspecto, a fermentação ruminal da polpa cítrica, rica em pectina e FDN, favorece uma maior proporção de acetato em detrimento de propionato no rúmen, aumentando a disponibilidade do principal precursor para a síntese de gordura do leite na glândula mamária (Rocha Filho, 1998).

O teor e a produção de proteína do leite não foram afetados ($P < 0,05$) pelos tratamentos. Dentre os principais fatores que afetam a síntese de proteína do leite, estão a disponibilidade e o perfil de aminoácidos que chegam à glândula mamária (Schwab et al., 1998; NRC, 2001).

Santos et al. (2002) observaram redução nos teores de proteína do leite com a substituição de milho por polpa cítrica. Entretanto a combinação de fontes de amido de alta degradabilidade (milho floculado) com polpa cítrica, manteve teores de proteína do leite similares aos obtidos com milho moído grosso.

Em 3 dos 6 trabalhos revisados por Bargo et al. (2003) houve redução no teor de proteína do leite, quando fontes de amido (milho e cevada) foram substituídas por subprodutos fibrosos (polpa cítrica, polpa de beterraba e casca de soja), no concentrado de vacas mantidas em pastagens temperadas.

Fontes de amido com alta degradabilidade ruminal favorecem a síntese de proteína microbiana (Theurer et al., 1999; Santos, 1998; Santos et

al., 1998), podendo assim resultar em maior fluxo de proteína metabolizável para o intestino. Com a utilização de polpa de beterraba (semelhante a polpa cítrica) Valk et al.(1990), constataram que as perdas de amônia no rúmen foram menores, em comparação ao milho, sugerindo, que os microrganismos capturaram mais amônia proveniente da degradação da forragem, do que quando se utilizou o milho. Mc. Cullough (1995) observou que nas dietas com polpa cítrica os teores de uréia sanguínea foram menores que em dietas com milho, indicando melhor utilização da amônia por parte dos microrganismos ruminais. Além da quantidade de proteína metabolizável, a qualidade desta pode ser superior, em função da proteína microbiana ter um perfil de aminoácidos, especialmente lisina e metionina, melhor que as fontes de proteína disponíveis no mercado (Santos et al., 1998; NRC, 2001).

Segundo McLaren et al. (1965) e Belasco, (1956), o fornecimento de níveis crescentes de carboidratos facilmente fermentáveis possibilita a melhor utilização da uréia, devido a maior eficiência da utilização da amônia para síntese de proteína microbiana. O aumento da degradabilidade ruminal do amido através da floculação do milho ou do sorgo resultou em maior produção de leite e maior teor de proteína do leite em comparação com fontes laminadas ou moídas, resultando em expressivo aumento na produção de proteína do leite em trabalhos revisados por Theurer et al., (1999).

Zinn & DePeters (1991), em um experimento para avaliar a substituição do milho floculado pela mandioca, observaram que, embora ambos apresentem conteúdo de nitrogênio (N) diferentes, a taxa de passagem do N para o intestino delgado foi semelhante para as duas dietas, refletindo em maior fluxo de N na forma de proteína microbiana nas dietas contendo mandioca.

O teor de lactose do leite não foi afetado pelos tratamentos ($P>0,05$). A síntese de lactose na glândula mamaria é dependente da disponibilidade de glucose nesse local, a qual por sua vez é altamente dependente da disponibilidade de precursores gluconeogênicos no fígado, uma vez que não há fluxo líquido positivo de glucose na veia porta, devido ao uso

intenso pelos tecidos viscerais (rúmen, intestino, pâncreas e baço) da glucose absorvida no intestino (Huntington, 1997; Theurer et al., 1999). A utilização de fontes de amido com maior degradabilidade ruminal, resulta em maior disponibilidade dos principais precursores para a gluconeogênese hepática, o propionato, aminoácidos e lactato (Huntington, 1997; Theurer et al., 1999). Com base nesses dados, seria de se esperar que a substituição de milho moído fino por raspa de mandioca, uma fonte de amido de maior degradabilidade ruminal, aumentasse a produção de propionato no rúmen e conseqüentemente, a disponibilidade de glucose para glândula mamária.

Owens et al. (1986) sugeriram que alterando o sítio de digestão do amido do rúmen para o intestino delgado, resultaria em um aumento da absorção de glucose e que isto seria 42% mais eficiente energeticamente que a fermentação ruminal. Estes dados têm sido amplamente contestados por trabalhos conduzidos a partir da década de 90 (Huntington, 1997; Theurer et al., 1999).

Huber et al. (1961) mostraram que a infusão abomasal de amido não foi capaz de elevar a concentração plasmática de glucose aos mesmos níveis quando infundiu-se quantidades similares de glucose, lactose e maltose. É possível que o intestino delgado não tenha sido capaz de digerir a quantidade de amido que veio do abomaso, o que denotaria uma limitação na capacidade de hidrólise do amido neste compartimento. Por outro lado, é possível que as vísceras drenadas pelo sistema portal hepático tenham usado glucose de forma mais intensa quando o amido e não glucose foi suprido via infusão.

Orskov (1986) reportou que a digestão do amido no intestino delgado pode ser limitada por falta de enzimas envolvidas com a hidrólise (α -amilase e isomaltase) e que também existe uma capacidade limitada de absorção de glucose. Huntington (1997) também afirma haver limitação enzimática para a digestão intestinal de amido, mas afirma que a capacidade intestinal para absorção de glucose não é um fator limitante.

Vale frisar os baixos teores de lactose observado para os 3 tratamentos. Parte desse resultado pode ser explicado pelo elevado estresse a que estavam submetidas as vacas, em vista da elevada temperatura e umidade do ar registradas na época e da ausência de sistemas de climatização do Free-Stall.

Os teores de sólidos totais do leite não foram afetados pelos tratamentos ($P>0,05$), entretanto os valores foram baixos, em função principalmente dos baixos teores de lactose do leite.

O teor de N-uréico no leite é correlacionado com o teor plasmático que por sua vez pode ser afetado por 2 fatores principais: a) teor de N-amoniaco no fluido ruminal e proteína metabolizável com perfil inadequado de aminoácidos essenciais (NRC, 2001). O uso de fontes de carboidratos de alta degradabilidade ruminal, podem favorecer um menor teor de N-uréico no leite devido a uma utilização do N-amoniaco mais eficiente no rúmen, aumentando a síntese de proteína microbiana e também, devido a um melhor perfil dos aminoácidos essenciais na proteína metabolizável, em função da maior participação da proteína microbiana (Theurer et al., 1999).

A expectativa de redução nas concentrações de N-uréico do leite com a adição de fontes de carboidratos de maior degradação ruminal que o milho moído, como a polpa cítrica e a raspa de mandioca, não se confirmam no presente estudo, onde não houve diferença entre os tratamentos ($P>0,05$).

Rocha Filho (1998) não observou mudanças nas concentrações de N-amoniaco no fluido ruminal e de N-uréico no plasma de vacas recebendo dietas contendo milho moído em comparação com polpa cítrica.

Bargo et al. (2003) também não observaram diferenças nas concentrações de N-amoniaco no fluido ruminal de vacas em pastagens recebendo concentrados amiláceos em comparação com concentrados ricos em subprodutos fibrosos.

Os tratamentos não afetaram a recuperação da condição corporal das vacas ($P>0,05$).

O NRC (2001) traz valores de NDT para o milho moído de 88,68%, contra 80,38% para a polpa cítrica enquanto que o NRC (1996) traz valores de 84% para o raspa de mandioca. Os dados de produção, composição e recuperação de condição corporal dos animais, obtidos no presente experimento, não sugerem valores de NDT inferiores para a polpa cítrica e raspa de mandioca em comparação ao milho. Os dados de Santos et al. (2001), sugerem que dietas contendo silagem de milho e grãos de cereais como principal suplemento energético, têm teores de amido talvez muito altos (acima de 30%) para vacas leiteiras. A redução no teor de amido total da dieta, para patamares abaixo de 25%, através da inclusão polpa cítrica, então seria benéfica, mantendo elevada quantidade de energia fermentável no rúmen, porém com melhor ambiente ruminal.

5 CONCLUSÃO

A substituição parcial do milho moído fino por polpa cítrica ou a sua substituição total por polpa cítrica + raspa de mandioca, não afeta o desempenho de vacas leiteiras no terço final de lactação e com base nos preços históricos praticados no Brasil, permite reduzir os custos de alimentação.

O desempenho de vacas leiteiras recebendo raspa de mandioca e/ou polpa cítrica na dieta, não concordam com os menores valores de tabela de NDT sugeridos pelo NRC (1996; 2000) para estes ingredientes, em comparação com o milho moído fino. Aspectos relacionados com ambiente ruminal, fluxo líquido de glucose na veia porta e gluconeogênese hepática, podem estar envolvidos nos resultados obtidos neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDRICH, J.M.; MULLER, L.D.; VARGA, G.A. et al. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow and performance of dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.26, p. 1091-1112, 1993.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal: alimentação animal**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1983. 425 p.

ARGENZIO, R. A. Digestion and absorption of carbohydrate, fat, and protein. In: SWENSON, M.J. (Ed.). **Duke's physiology of domestic animals**. Ithaca:Comstock Publ., 1984. cap. 18, p. 301-310.

ARMENTANO, L. E. Ruminant hepatic metabolism of volatile fatty acids, lactate and pyruvate. **Journal of Nutrition**, v.122, p.838-842, 1992 .

AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; DAYRELL, M.S. Degradabilidade de alguns alimentos no rúmen de vacas Holandês/Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.6, p.1176-1185. 1996.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington, 1990. v. 15, 125p.

- BARGO, F.; MULLER, L.D.; KOLVER, E.S. et al. Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, v.86, n. 1, p.1-42, 2003.
- BELASCO, I.J. The role of carbohydrates in urea utilization, cellulose digestion and fatty acid formation. **Journal of Animal Science**, v.15, n.2, p. 496-508, 1956.
- BELIBASAKIS, N. G.; TSIRGOGIANNI, D. Effects of dried citrus pulp on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.60, n.1/2, p. 87-92, 1996. /Resumo em **CAB Abstracts** on CD-ROM, 1996-98/.
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, v.70, n.2, p. 567-590, 1990.
- CARVALHO, M.P. Citrus. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., Piracicaba, 1995. **Anais**. Piracicaba:FEALQ, 1995. p.171-214.
- CHESSON, A.; MONRO, J. Legume pectic substances and their degradation in the ovine rumen. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.33,p.852, 1982.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Symposium: nitrogen metabolism and amino acid nutrition in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1992.

- CORNELL UNIVERSITY, ITHACA NY. **CPM-Dairy version1.0**: a system for evaluating and form waiting dairy cow rations. (compact disc). Ithaca, 1998.
- CROOM, W.J.; BULL, L.S. review: Regulation of pancreatic exocrine secretion in ruminants. **Journal of Nutrition**, v.122, p. 191-202, 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 and Technology**, v.49, p.26-1276, 1994.
- DRUDE,R.E.; ESCANO,J.R.; RUSOFF,L.L. Values of complete feeds containing combinations of corn silage, alfafa pellets, citrus pulp and cotton seed hulls. For lactating cow. **Journal of Dairy Science**, v.54, p.773, 1971.
- ERDMAN,R.A.; MORELAND, T.W.; STRICKLIN, W.R. Effects of time of feed access on intake and production in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v .72, p.1210, 1989.
- FARIA, V.P.; TOSI, H.; GODOY, C.R.M. Polpa de laranja fresca e seca como aditivos para a ensilagem do capim elefante napier. **O Solo**, v.64, n.1, p. 41-47, 1972.
- FERGEROS, K.; ZERVAS, G.; STAMOULI, S. et al. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. **Journal of Dairy Science**, v. 78, p.1116-1121, 1995.
- FERREIRA, J.J.; NETO, J.M.; MIRANDA, E.S. Efeito do milho, sorgo e raspa de mandioca na ração sobre o desempenho de novilhos confinados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.3, p.306-313, 1989.

- GAYNOR, P.J.; ERDMAN, R.A; TETER, B.B. et al. Milk fat yield and composition during abomasal infusion of Cis or Trans octadecenoates in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.157-165, 1994.
- GIARDINI, W. Polpa cítrica: o que é. **Revista Batavo**, n.23, p. 4, 1993.
- GRAY, G.M. Starch digestion and absorption in nonruminants. **Journal of Nutrition**, v.122, p.172, 1992.
- GUILBOT, A.; MERCIER, C. Starch. In: ASPINALL, G.D. **The polysaccharides**. New York: Academic Press, 1985. v.3, p.229-285.
- HARMON, D.L. Review: impact of nutrition on pancreatic exocrine and endocrine secretion in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1290-1301, 1992a.
- HARMON, D.L. Dietary influences on carbohydrates and small intestinal starch hydrolysis capacity in ruminants. **Journal of Nutrition**, v.122, p.203-210, 1992b.
- HENTGES, JUNIOR.,J.F.; MORE, J.E.; PALMER, A.Z. et al. **Replacement value of dried citrus meal for corn meal in beef cattle diets**. Gainesville: University of Florida, Agricultural Experiment. Station, 1966. 22p. (Bulletin, 708).
- HOLZER, Z.; AHARONI, Y.; LUBIMOV, V. et al. The feasibility of replacement of grain by tapioca in diets for growing-fattening cattle. **Animal Feed Science Technology**, v. 64, p.133-141, 1997.

- HUBER, J.T.; HERRERA-SALDANHA, R. Synchrony of protein and energy supply to enhance fermentation. In: ASPULND, J.M. **Principles of protein nutrition of ruminants**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p.113.
- HUBER, J.T.; JACOBSON, N.L.; MCGILLIARD, A.D. et al. Utilization of carbohydrates introduced directly into the omaso-abomasal area of the stomach of cattle of various age. **Journal of Dairy Science**, v.44, p.321-329, 1961.
- HUNTINGTON, G.B. Ruminant starch utilization progress has been extensive. **Feedstuffs**, v.2, n.2, p. 35, June 1994.
- HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, v.75, p.852-867, 1997.
- HUNTINGTON, G.B.; REYNOLDS, P.J. Net absorption of glucose, L- lactate, volatile fatty acids, and nitrogenous compounds by bovine given abomasal infusions of starch or glucose. **Journal of Dairy Science**, v. 69, p.2428, 1986.
- ISHLER, V.A.; ADAMS, R.P. **Trouble-shooting problems with milk fat depression**. www.inform.umd.edu/topic/agrenv/ndd/genetics/fatcorret. (27 fev. 2003).
- KOTARSKI, S.F.; WANISHA, R.D.; THURN, K.K. Starch hidrolysis by the ruminal microflora. **Journal of Nutrition**, v.122, p.178-190, 1992.
- LOGGINS, P.E.; AMMERMAN, C.B.; ARRINGTON, L.R. et al. Pelleted rations high in citrus by products and corn for fattening lambs. **Journal of Animal Science**, v. 27, p.745, 1964.

LUCCI, C.S.; VELLOSO, L.; MASOTTI, N. et al. Polpa seca de laranja versus milho desintegrado, em misturas concentradas para vacas em lactação. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de Universidade São Paulo**, v.12, p.163-168, 1975.

MARTINS, A.S.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão como fonte protéica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p. 269-277, 2000.

MARTINS, A.S.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. et al. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1109-1117, 1999.

McCULLOUGH, M.E. Some selections from recent mutings. **Macs Comments on Dairy Cattle Nutrition**, v.14, n.8, p.95, 1995.

McLAREN, G.A.; ANDERSON, G.C.; TSAI, L.I. et al. Level of readily fermentable carbohydrate and adaptation of lambs to all-urea supplement rations. **Journal of Nutrition**, v.87, n.3, p. 331-336. 1965

MENEZES JUNIOR, M.P. Efeito do processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa cítrica peletizada sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras. Piracicaba, 1999. 97p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MERTENS, D.R., LOFTEN, J.R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1437, 1980.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Ruminant nitrogen usage**. Washington: National Academic Press, 1985. 138 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington :National Academic Press, 1989. 157 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington: National Academic Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed, Washington: National Academic Press, 2001. 381 p.
- NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrates availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, p. 2070, 1988.
- NOCEK, J.E.; TAMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p. 3598, 1991.
- NUSSIO, C.M.B.; SANTOS, F.A.P.; PIRES, A.V. Efeito do processamento do milho e sua substituição por polpa cítrica peletizada sobre consumo de matéria seca, produção e composição de leite de vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosas, 2000. **Anais**. Viçosas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.1022.

- ODLE, J.; SCHAEFER, D. M. Influence of rumen ammonia concentration on the rumen degradation rates of barley and maize. **British Journal of Nutrition**, v.57, p.127, 1987.
- OLIVEIRA, J.S.; HUBER, J.T.; SIMAS, J.M. et al. Effect of sorghum grain processing on site and extent of digestion of starch in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.1318, 1995.
- ORSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63,p.1624, 1986.
- ORSKOV, E.R. **The feeding of ruminants: principles and practice**. Chalcombe: Rowett Research Institute, 1987. 113 p.
- OWENS, F.N. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D.C.(Ed). **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewoog Cliffs: Prentice Hall, 1988. p. 227- 249.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Digesta passage and microbial protein synthesis. In: MILLIGAN, L.P. **Control of digestion and metabolism in ruminants**. New Jersey: W.L. Grovum; A. Dobson,1986. p. 196-223.
- OWENS, F.N.; ZINN, R.A.; KIM, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1634, 1986.
- PIRES, A.V. Efeitos da inclusão de fontes de amido e silagem de milho em dietas à base de cana-de-açúcar na digestibilidade de nutrientes e na produção de leite de vacas holandesas. Piracicaba, 1999. 120p. Tese (Livre-Docência)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

POORE, M.H.; MOORE, J.A.; SWINGLE, R.S. et al. Effect of fiber source and ruminal starch degradability on site and extent of digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.2244, 1993.

RAMOS, P.R.; PRATES, E.R.; FONTANELLI, R.S. et al. Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento. 2 digestibilidade aparente, consumo de nutrientes digestíveis, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.1, p.300-305, 2000.

REINATO, J.D.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Efeitos da substituição do milho pela polpa cítrica sobre o pH e nitrogênio amoniacal em dietas contendo dois níveis de subproduto da produção de lisina (SPL) (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais**. Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.

REYNOLDS, C.K.; HUNTINGTON, G.H. Net portal absorption of volatile fatty acids and L (+) lactate by lactating holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.1, p.124-136, 1988.

REYNOLDS, C.K.; HUNTINGTON, G.B.; TYRREL, H.F. et al. Net portal-drained visceral and hepatic metabolism of glucose, lactate, and nitrogenous compounds in lactating dairy holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.7, p.1803-1812, 1988a.

REYNOLDS, C.K.; HUNTINGTON, G.B.; TYRREL, H.F. et al. Net metabolism of volatile fatty acids, D- β -hydroxybutyrate, nonesterified fatty acids, and blood gases by portal-drained viscera and liver of lactating holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.9, p. 2395:2405, 1988b.

- ROCHA FILHO, R.R. Efeitos da polpa cítrica e do milho sobre parâmetros ruminais. Piracicaba, 1998. 71p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- RUSSELL, J.B.; O CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p. 3551-3561, 1992.
- SANTOS, F.A.P. Effect of sorghum grain processing and protein source on performance and nutrient utilization by lactating dairy cows. Tucson, 1996. 190 p. Thesis (PhD)-University of Arizona.
- SANTOS, F.A.P.; HUBER, J.T.; THEURER, C.B. et al. Response of lactating dairy cows to various densities of sorghum grain. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.1681-1685, 1997.
- SANTOS, F.A.P.; HUBER, J.T.; THEURER, C.B. et al. Milk yield and composition of lactating cows fed steam-flaked sorghum and graded concentration of ruminally degradable proteins. **Journal of Dairy Science**, v.81, p. 215-220, 1998.
- SANTOS, F.A.P.; MENEZES, M.P.; SIMAS, J.M.C. et al. Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa cítrica peletizada sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos em vacas leiteiras. **Maringá**, v.23, n.4, p. 925-931, 2002.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**: version 6.4. ed. Cary, 1991.

- SCHAILBLY, G.E.; WING, J.M. Effects of roughage concentrate ration on digestibility and rumen fermentation of corn silage citrus pulp rations. **Journal of Animal Science**, v. 38, p. 697, 1974.
- SCHWAB, C. G. Optimizing amino acid nutrition for optimum yields of milk and milk protein. In: SOUTHWEST NUTRITION MANAGEMENT, Tucson, 1994. **Proceedings**. Tucson: University Arizona, 1994. p. 114.
- SHULTZ, T. A.; COLLAR, C. A ; BATH, D. L.; AHMADI, A. Rumen digestion of various dairy feedstuffs compared in tests. **California Agriculture**, v. 47, n.3, p.29, may/june. 1993.
- SILVEIRA, R.N.; BRICHIELLI, T.T.; FREITAS, D. fermentação e degradabilidade ruminal em bovinos alimentados com resíduo de mandioca e cana de açúcar ensilados com polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p. 793-801, 2001.
- SIMAS, J.M. Processamento de grãos para rações de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 9., Piracicaba, 1997. **Anais**. Piracicaba:FEALQ, 1997. p.7-32.
- SLOAN, B.K.; GARTHWAITE, B.D.; SCHWAB, G.S. Fine-tuning sub-model may optimize production. **Feedstuffs**, n. 8, p. 11-15. 1999.
- SMET , A.M.; BOEVER, J.L.; BRABANDER, D.L. et al. Investigation of dry matter degradation and acidotic effect of some feedstuffs by means of in sacco and in vitro incubations. **Animal Feed Science and Technology**, v.51, p. 297-315, 1995.

- SMITH, O.B.; IDOWU, O.A., ASAOLV, Y.A. et al. Comparative rumen degradability of forages, grown, crop residues and agricultural by-products. **LVSTCK Rural**, v. 3, n. 2, p. 1-7, 1991.
- SNIFFEN, C.J. The use of by-pass protein in ration formulation. In: AMERICAN FEED MANUFACT,40, 1980. **Proceedings**. p. 40.
- SNIFFEN, C. J. Balancing rations for carbohydrates for dairy cattle. In: FEED DEALER SEMINARS, 1988. **Proceedings**. p.9-19.
- SNIFFEN, C.J; O CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p.3562-3577, 1992.
- STERN, M.D.; ZIEMER C.J. Consider value, cost when selecting nonforage fiber. **Feedstuffs**. p.14, jan. 1993.
- STOKES, S.R.; HOOVER, W.R.; MILLER, T.K. et al. Ruminant digestion and microbial utilization of diets varying in type of carbohydrate and protein. **Journal of Dairy Science**, v.74, p. 871, 1991.
- STUMPF, JUNIOR, W.; LÓPEZ, J. Consumo e digestibilidade em dietas suplementadas com raiz de mandioca desidratada. EMBRAPA/CPACT. **Archivos Latinoamericano de Producción Animal**, v.21, n.1, p.59-68, 1994.
- SUTTON, J.D.; BINES, J.A.; MORATI, S.V. et al. A comparison of starch and fibrous concentrates for milk production, energy utilization and hay intake by Friesian cows. **Journal of Agricultural Science**, v.109, p. 375-386, 1987.

- THEURER, C.B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63, p.1649, 1986.
- THEURER, C.B. Steam-flaked grain for high producing dairy cows. IN: SOUTHWEST NUTRITION MANAGEMENT CONFERENCE, Tucson, 1992. **Proceedings**. Tucson: University of Arizona, 1992. p. 64.
- THEURER, C.B.; HUBER J.T.; DELGADO, E. et al. Invited review: summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p.1950-1959, 1999.
- THEURER, C.B.; OLIVEIRA, J.S.; WU, Z. et al. Steam-flaking with two dietary grain levels improves digestible starch intake and performance by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, suppl.1, p.246, 1991.
- VAN HORN, H.S.; MARSHALL, S.P.; WILCOX, J.C. et al. Complete rations for dairy cattle. III. Evaluation of protein percent and quality and citrus pulp-corn substitutions. **Journal of Dairy Science**, v.58, p.1101-1108, 1975.
- VAN SOEST, P.J. **Nutrition ecology of the ruminants**. Corvallis: O & Books, 1982. 373 p.
- VAN SOEST, P.J. Soluble carbohydrates and the non-fiber components of feeds. **Large Animal Veterinary**, v.42, p. 44, 1987.
- VAN SOEST, P.J. **Nutrition ecology of the ruminants**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON J.B.; LEWIS B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p. 3583-3596, 1991.

- VALK, H.W.; POELHUIS, K.; WENTINK, H.J. Effects of fibrous and starchy carbohydrates in concentrates as supplements in a herbage-based diet for high yielding dairy cows. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.38, p. 475-486, 1990.
- WAINMAN, F.W.; DEWEY, J.S. **Feedingstuffs evaluation unit-fifth report**. Chalcombe: Rowett Research Institute, 1988. 123p.
- WICKES, R.B.; BARTSCH, B.D. Dried citrus pulp or barley as energy concentrates for dairy cows. In: AUSTRALIAN SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION, V.12, P.180, 1978. /Resumo em **CAB Abstracts** on CD-ROM, 1978.
- WILDMAN, E.E.; JONES, G.M.; WAGNER, P.E. et al. A dairy condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, v.65, p.495, 1982.
- WILES, P.G.; GRAY, I.K.; KISSLING, R.C. Routine analysis of protein by kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory products. **Journal of Association of Official Analytical Chemists International**, v.81, n.3, p.620-632, 1998.
- WING, J.M. Effects of physical form and amount of citrus pulp on utilization of. **Journal of Dairy Science**, v.58, p. 63, 1975.
- WING, J.M. **Citrus feedstuffs for dairy cattle**. Gainesville: University of Florida, Agricultural Experiment. Station, 1982. 25p. (Bulletin, 829)

YOKOYAMA M. T.; JOHNSON, K. A. Microbiology of the rumen and intestine. In: CHURCH, D.L. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1988. p. 125.

ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; BRANCO, A.F. et al. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.898-905, 1999.

ZINN , R.A.; DePETERS, E.J. Comparative feeding value of tapioca pellets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.69, p. 4726-4733, 1991.