



**SUBSTITUIÇÃO DO MILHO MOÍDO POR
POLPA CÍTRICA NO DESEMPENHO DE
VACAS EM LACTAÇÃO**

GUSTAVO AUGUSTO DE ANDRADE

2002

GUSTAVO AUGUSTO DE ANDRADE

**SUBSTITUIÇÃO DO MILHO MOÍDO POR POLPA CÍTRICA NO
DESEMPENHO DE VACAS EM LACTAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de "Doutor".

Orientador

Prof. Júlio César Teixeira

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2002**

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Andrade, Gustavo Augusto de

Substituição do milho moído por polpa cítrica no desempenho de vacas em lactação / Gustavo Augusto de Andrade. -- Lavras : UFLA, 2002.

151 p. : il.

Orientador: Júlio César Teixeira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Polpa cítrica. 2. Milho. 3. Efetividade. 4. Fermentação ruminal. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.20855

GUSTAVO AUGUSTO DE ANDRADE

**SUBSTITUIÇÃO DO MILHO MOÍDO POR POLPA CÍTRICA NO
DESEMPENHO DE VACAS EM LACTAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de "Doutor".

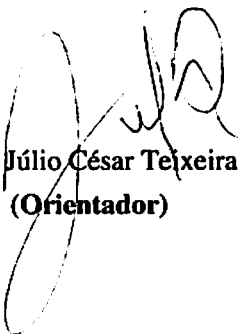
Aprovada em 23 de Dezembro de 2002

Prof. Yuan Ramon O. Perez – DZO/UFLA

Prof. Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA

Prof. Joel Augusto Muniz – DCE/UFLA

Dr. Jackson Silva e Oliveira – Embrapa - CNPGL



**Prof. Júlio César Teixeira
(Orientador)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS-BRASIL**

ocorridos no rúmen e alterações na composição do leite, em especial no teor de gordura. Aumento nas concentrações de ácidos láctico e propiônico, queda no pH e acidose ruminal são problemas relacionados a quantidades elevadas de concentrados na dieta (Welch e Smith, 1971), principalmente carboidratos de rápida fermentação como o amido.

- Neste contexto, as características nutricionais da polpa cítrica propiciam efeitos benéficos sobre os parâmetros ruminiais, semelhantes aos obtidos com alimentos volumosos (Highfill, 1987). Assim, tornam-se importantes, também onde há pequena disponibilidade de alimentos volumosos ou onde estes são de baixa qualidade, condições freqüentes em países tropicais.

Estudos recentes (Dado e Allen, 1994; Allen, 1997; Soita et al., 2000) demonstram que os alimentos concentrados utilizados para ruminantes possuem características químicas e físicas. Esta função física do alimento está relacionada à atividade de mastigação, importante no controle do pH do rúmen, pela maior produção de saliva e, conseqüentemente, pela maior produção de bicarbonato via este veículo. Sendo a polpa cítrica um alimento fibroso, ela pode melhorar o padrão de fermentação ruminal.

- As características nutricionais da polpa cítrica têm sido muito exaltadas, especialmente os efeitos benéficos observados sobre as condições ruminiais. A polpa cítrica tem sido classificada como um concentrado fibroso e sua utilização associada à manutenção de condições ruminiais estáveis tem com efeitos semelhantes aos obtidos com alimentos volumosos (Rocha Filho, 1998).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial da polpa cítrica como um substituto do milho finamente moído em dietas, isoenergéticas e isonitrogenadas, de vacas lactantes, enfatizando questões relativas a produção de leite, aspectos relacionados a fermentação ruminal e efetividade de fibra.

GUSTAVO AUGUSTO DE ANDRADE

**SUBSTITUIÇÃO DO MILHO MOÍDO POR POLPA CÍTRICA NO
DESEMPENHO DE VACAS EM LACTAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de "Doutor".

Aprovada em 23 de Dezembro de 2002

Prof. Yuan Ramon O. Perez – DZO/UFLA

Prof. Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA

Prof. Joel Augusto Muniz – DCE/UFLA

Dr. Jackson Silva e Oliveira – Embrapa - CNPGL



**Prof. Júlio César Teixeira
(Orientador)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS-BRASIL**

Aos meus avós,
pela mais bela historia de vida.

DEDICO

Aos meus pais pelo amor, carinho e apoio em
todos os momentos, incentivo nunca economizados aos filhos.

Aos meus irmãos, cunhada e sobrinhos pela amizade,
companheirismo e apoio constante.

OFEREÇO

À minha futura esposa, Moísa, pela compreensão nos
momentos difíceis, pela demonstração constante
de amor, companheirismo, dedicação e pelas vitórias
conquistadas juntos.

O MEU SINCERO RECONHECIMENTO

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Reitor Fabiano Ribeiro do Vale, amigo e representante desta Instituição, que tão bem me acolheu durante o curso.

Ao Professor Júlio César Teixeira pela orientação, ensinamentos, amizade, apoio e incentivo.

Ao Professor Paulo Cesar de Aguiar Paiva pela colaboração na realização da presente pesquisa.

Ao Professor Juan Ramon O. Perez pela constante ajuda, sugestões, amizade e colaboração.

Ao Professor Joel Augusto Muniz pelas valiosas orientações na área de Estatística.

Ao Doutor Jackson Silva e Oliveira pela constante ajuda, sugestões e colaboração.

Ao Professor e amigo Natalino Calegario pelas valiosas orientações, amizade e companheirismo.

Ao Professor Elias Tadeu Fialho, coordenador do Curso de Pós Graduação, pela colaboração e convívio durante o período de execução deste trabalho de pesquisa e pelo exemplo de dedicação ao serviço publico.

Aos professor e grande amigo Marcos Neves Pereira pela amizade, ajuda, grandes ensinamentos e demonstração da alta capacidade de serviço e conhecimento.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia pelos ensinamentos e convivência.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição, Suelba, Márcio, Zé Geraldo, Zé Virgílio e Eliana, pela amizade e apoio.

A Carlos e Pedro, servidores/funcionários da pós-graduação, pela amizade, disponibilidade e constante de bom humor.

Aos amigos do Grupo de leite (Bambui, Junio, Ricardo, Meio Quilo, Marcelo, Paulo, Caipirão e demais integrantes).

Em especial aos colegas Edgar e Renata pela bela e alegre amizade durante todo o período.

Aos amigos da pós-graduação.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	i
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Histórico.....	3
2.2 Valor Nutricional	6
2.3 Pectina.....	8
2.4 Fibra na dieta.....	10
2.5 Consumo de matéria seca.....	11
2.6 Produção de leite.....	15
2.7 Fermentação Ruminal	18
2.8 Atividade mastigatória.....	25
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
I EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE MILHO POR POLPA CÍTRICA SOBRE O CONSUMO DE NUTRIENTES POR VACAS EM LACTAÇÃO	44
RESUMO	45
ABSTRACT	46
1 INTRODUÇÃO	47
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	50
2.1 Local.....	50
2.2 Animais utilizados.....	50
2.3 Manejo e arração dos animais	51
2.4 Tratamentos.....	53
2.5 Delineamento experimental.....	55
2.6 Período experimental	56
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4 CONCLUSÕES	63

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
II PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE.....	67
RESUMO	68
ABSTRACT	69
1 INTRODUÇÃO	70
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	73
2.1 Locais e animais utilizados	73
2.2 Tratamentos.....	74
2.3 Avaliações de custo alimentar/litro de leite	74
2.4 Delineamento experimental.....	75
2.5 Período experimental	76
2.6 Coleta de amostras	76
2.7 Análises Químicas.....	77
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
4 CONCLUSÕES	84
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
III PADRÃO DE FERMENTAÇÃO RUMINAL E DE EFETIVIDADE DE FIBRA	88
RESUMO	89
ABSTRACT	90
1 INTRODUÇÃO	91
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	94
2.1 Locais	94
2.2 Preparo do volumoso.....	94
2.3 Animais utilizados.....	95
2.4 Manejo e arraçamento dos animais	95
2.5 Tratamentos.....	96
2.6 Avaliação de parâmetros ruminais	96
2.6.1 Atividade de mastigação	96

2.6.2 Ambiente ruminal.....	97
2.6.3 Período experimental	98
2.6.4 Delineamento experimental.....	99
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	101
4 CONCLUSÕES	112
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
IV DEGRADABILIDADE E DIGESTIBILIDADE TOTAL DE VACAS SUBMETIDAS A SUBSTITUIÇÃO PARCIAL E TOTAL DE MILHO POR POLPA CÍTRICA PELETIZADA	118
RESUMO	119
ABSTRACT	120
1 INTRODUÇÃO	121
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	123
2.1 Animais e manejo utilizados	123
2.2 Tratamentos.....	124
2.3 Delineamento experimental.....	125
2.4 Período experimental	126
2.5 Avaliação de parâmetros ruminais	126
2.5.1 Coleta de líquido ruminal	126
2.5.2 Análises Estatísticas	126
2.5.3 Digestibilidade total	127
2.5.4 Coleta de fezes	127
2.5.5 Digestibilidade ruminal.....	127
2.5.6 Análises Químicas.....	128
2.5.7 Estimativa da digestibilidade ruminal efetiva	128
2.5.8 Análises estatísticas.....	130
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	131
4 CONCLUSÕES	145
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146
ANEXOS	149

LISTA DE ABREVIATURAS

A.....	Carboidratos solúveis
AGV.....	Ácidos graxos voláteis
AGVST.....	Ácidos graxos voláteis totais
AMI.....	Amido
B1.....	Carboidratos de degradação intermediária
B2.....	Carboidratos de lenta degradação
C.....	Carboidratos não degradáveis
Ca.....	Cálcio
CDFDN.....	Coefficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro
CDMS.....	Coefficiente de digestibilidade da matéria seca
CDPB.....	Coefficiente de digestibilidade da proteína bruta
CHT.....	Carboidratos totais
CMT.....	California mastiti test
CNE.....	Carboidratos não estruturais
CNF.....	Carboidratos não fibrosos
DE.....	Degradação efetiva
DP.....	Degradação potencial
EA.....	Eficiência alimentar
EE.....	Extrato etéreo
EFDN.....	Fibra em detergente neutro efetiva
ER.....	Eficiência de ruminação
FA.....	Fração solúvel
FB.....	Fração insolúvel potencialmente degradável
FDA.....	Fibra em detergente ácido
FDN.....	Fibra em detergente neutro
FDNCP.....	Fibra em detergente neutro livre de proteína
FND.....	Fração não degradável
HZ.....	Holandes/Zebu
IMS.....	Ingestão de matéria seca
MM.....	Matéria mineral
MO.....	Matéria orgânica
MS.....	Matéria seca
NDT.....	Nutrientes digestíveis totais
P.....	Fósforo
PB.....	Proteína bruta
PCOD.....	Pura por cruzada de origem desconhecida
PDR.....	Proteína degradável no rúmen
PEC.....	Pectina

PIDN.....Proteína insolúvel em detergente neutro
PM..... Peso metabólico
PNDR..... Proteína não degradável no rúmen
PV..... Peso vivo
R².....Coeficiente de determinação
R-R..... Rúmen retículo
TD.....Taxa de digestão
UVF..... Unidade de valor forrageiro

1 INTRODUÇÃO GERAL

Apesar de o suco ser o principal produto da laranja, vários subprodutos, com valor comercial, são obtidos durante o seu processo de extração. Entre estes subprodutos estão os óleos essenciais, d'limonene e o farelo de polpa cítrica. Eles possuem diferentes aplicações no mercado, as quais incluem fabricação de produtos químicos, solventes, aromas, fragrâncias, tintas, cosméticos e complementos para ração animal.

- Nos últimos anos, por aumento da pressão nos mecanismos de política ambiental e econômica, ocorreu grande necessidade de desenvolvimento de novas tecnologias para a utilização de subprodutos, sobretudo na alimentação animal (Grasser et al., 1995).

[Tradicionalmente a dieta de vacas leiteiras é baseada na utilização de grandes quantidades de grãos de cereais.] Contudo, por razões econômicas, tem ocorrido uma grande tendência de substituição destes grãos por vários subprodutos. A consequência nutricional dessa mudança se deve à substituição do amido por fibra, como a principal fonte energética presente nos concentrados (Sutton et al., 1987).

- A polpa cítrica é um subproduto que se caracteriza bem como um alimento alternativo na substituição de grãos de cereais, em particular o milho, porque além das qualidades nutricionais do alimento, a época de produção é favorável. Como a safra inicia-se em maio e termina em janeiro, abrange justamente a entressafra de grãos como o milho, um concorrente natural da polpa cítrica, além de coincidir com o período de escassez de forragem (Carvalho, 1995).

- O uso de concentrados na alimentação de ruminantes, principalmente aqueles ricos em amido, é freqüentemente associado a distúrbios metabólicos

ocorridos no rúmen e alterações na composição do leite, em especial no teor de gordura. Aumento nas concentrações de ácidos láctico e propiônico, queda no pH e acidose ruminal são problemas relacionados a quantidades elevadas de concentrados na dieta (Welch e Smith, 1971), principalmente carboidratos de rápida fermentação como o amido.

· Neste contexto, as características nutricionais da polpa cítrica propiciam efeitos benéficos sobre os parâmetros ruminais, semelhantes aos obtidos com alimentos volumosos (Highfill, 1987). Assim, tornam-se importantes, também onde há pequena disponibilidade de alimentos volumosos ou onde estes são de baixa qualidade, condições freqüentes em países tropicais.

Estudos recentes (Dado e Allen, 1994; Allen, 1997; Soita et al., 2000) demonstram que os alimentos concentrados utilizados para ruminantes possuem características químicas e físicas. Esta função física do alimento está relacionada à atividade de mastigação, importante no controle do pH do rúmen, pela maior produção de saliva e, conseqüentemente, pela maior produção de bicarbonato via este veículo. Sendo a polpa cítrica um alimento fibroso, ela pode melhorar o padrão de fermentação ruminal.

· As características nutricionais da polpa cítrica têm sido muito exaltadas, especialmente os efeitos benéficos observados sobre as condições ruminais. A polpa cítrica tem sido classificada como um concentrado fibroso e sua utilização associada à manutenção de condições ruminais estáveis tem com efeitos semelhantes aos obtidos com alimentos volumosos (Rocha Filho, 1998).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial da polpa cítrica como um substituto do milho finamente moído em dietas, isoenergéticas e isonitrogenadas, de vacas lactantes, enfatizando questões relativas a produção de leite, aspectos relacionados a fermentação ruminal e efetividade de fibra.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico

No início do século XX foram realizados os primeiros experimentos com o uso de resíduos cítricos na alimentação animal. Estes resíduos consistiam de frutas frescas descartadas ou fora de padrão para a comercialização. Porém, a rápida fermentação e a posterior degradação do material úmido promoveram o desenvolvimento de técnicas de preservação deste material. Assim, a produção comercial da polpa cítrica desidratada, teve início na Flórida, na década de 30 (Carvalho, 1995). Alguns pesquisadores verificaram que os produtos eram de alta palatabilidade para os animais (Wing, 1982) e iniciaram os estudos com a polpa cítrica úmida.

Polpa cítrica seca é um subproduto do processamento industrial de cítricos que é usado como alimento de ruminantes. A constituição nutritiva da polpa cítrica é influenciada por vários fatores, incluindo fontes de frutas e tipo de processamento (Ammerman e Henry, 1991). A polpa cítrica corresponde a cerca de 50% da matéria natural presente na laranja, sendo de pouca utilização para a alimentação de ruminantes no período inicial da sua extração devido à sua excessiva umidade. Quando inicialmente a polpa cítrica era utilizada na alimentação de ruminantes, devido ao pequeno percentual de matéria seca era utilizada na forma de silagem, acarretando alto custo de transporte (Grasser et al., 1995).

A polpa cítrica, subproduto obtido após a extração do suco de frutas cítricas, principalmente laranja, para o seu melhor aproveitamento passou a ser peletizada e tem sido largamente utilizada na alimentação animal, principalmente bovinos, como uma alternativa aos grãos de cereais, diminuindo os custos e eliminando resíduos com potencial de poluição ambiental.

• O farelo de polpa cítrica peletizado ou farelo de casca de laranja é obtido por meio do tratamento de resíduos sólidos e líquidos remanescentes da extração do suco. Entre esses resíduos estão cascas, sementes e polpas de laranjas. Este material tem uma umidade de aproximadamente 82%; após passar pelo processo de industrialização, em que a polpa é triturada e seca, até chegar a 12% de umidade, o produto é peletizado (Abecitrus, 2002).

No processo de produção da polpa cítrica ocorre inicialmente a moagem e o adição de hidróxido ou óxido de cálcio ao material, o que possibilita uma liberação mais completa dos líquidos presentes no material. Os resíduos são prensados, dando origem a um tipo de melaço, que pode ser novamente adicionado à polpa no processo de desidratação. A baixa densidade da polpa cítrica desidratada representa uma limitação econômica para seu transporte e armazenamento. No entanto, o processo de peletização reduziu o volume e aumentou a densidade do produto, solucionando este problema (Wing, 1975).

As cascas, sementes e bagaço seguem para um tanque de estabilização do processo de secagem. Esta mistura encontra-se a um pH de aproximadamente 4,0; a ela é adicionado óxido de cálcio com o intuito de elevar o pH ao patamar de 6,0/6,5 e para fornecer íons de cálcio para reagir com a pectina da casca. A pectina está ligada a água do material e a adição de cálcio promove uma reação que ajuda na remoção da água por métodos mecânicos, economizando energia térmica no processo de secagem. O material moído é misturado e homogeneizado, facilitando a reação do óxido de cálcio com a pectina. Ao término do tempo de reação, a polpa é prensada para a remoção mecânica da água e finalmente o material está pronto para ser secado e peletizado, de maneira que suas características físicas permaneçam inalteradas (Wing, 1982).

┌ Nos fins dos anos 90, a Europa cancelou as suas importações de polpa cítrica brasileira no episódio que ficou conhecido no Brasil como o “caso da

polpa cítrica”. A cal vendida para utilização na produção da polpa cítrica exportada como ração animal para a Europa estava contaminada por dioxinas, cuja contaminação foi diagnosticada na Alemanha através da análise do leite das vacas alimentadas com esta ração. No Brasil, a fonte fornecedora desta cal eram indústrias produtoras de resina de plástico PVC; dioxinas são geradas no ato de incineração ou aquecimento elevado do PVC. A contaminação por dioxina pode levar ao aparecimento de um câncer o angiosarcoma, além de causar danos aos pulmões e aumento do risco de problemas cardiovasculares (Greenpeace, 2002).

Dioxinas são formadas pela queima de produtos clorados, como queima de pneus, lixo, plástico, produtos oriundos de indústria siderúrgica, dentre outros, assim como em processos naturais como queima de floretas e vulcões ativos (Amiclor). Pode-se concluir que a dioxina não se forma naturalmente nos alimentos, devendo existir uma fonte de contaminação externa para que isto ocorra. Portanto, o risco de contaminação de polpa cítrica também pode ocorrer, assim como de qualquer outro alimento que faça parte da dieta de vacas leiteiras.

Durante e após todo este incidente ocorrido com a polpa cítrica brasileira, as exportações do produto caíram vertiginosamente. De acordo com os dados de exportação da Associação Brasileira de Citricultores (Abecitrius), na safra 1998/1999 as exportações foram da ordem de 1.480.000 toneladas do produto, caindo posteriormente para 780.000 toneladas do produto na safra de 2000/2001.

- No Brasil, até meados de 1993 o produto era totalmente desconhecido para a pecuária, pois desde a década de 70 a polpa cítrica era exportada quase que integralmente para a Europa, sendo usada como ingrediente de ração para bovinos. A partir de 1993 o produto teve uma queda nas exportações, concretizando o interesse do mercado interno.

2.2 Valor Nutricional

As informações disponíveis na literatura sobre a composição nutricional da polpa de cítrica, apresentam algumas diferenças entre si. Estas variações devem-se principalmente às diferentes origens e variedades dos frutos, assim como aos processos que estes frutos e seus resíduos sofrem, até estarem prontos para alimentação animal (Carvalho, 1995).

- A polpa cítrica é considerada um alimento concentrado energético, rico em pectina, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e cálcio e pobre em proteína bruta (PB) e fósforo. A polpa cítrica é classificada como um concentrado energético com características de fermentação ruminal peculiares devido ao seu alto teor de fibra e pectina, que a torna um alimento muito utilizado em dietas para animais de alta exigência nutricional (Bruno Filho et al., 2000). Loosli et al. (1971) caracterizaram a polpa cítrica como um alimento concentrado rico em fibra, tendo cerca de 85% da energia digestível do milho (Fegeros et al., 1995).

- A polpa cítrica constitui um alimento de grande importância como substrato para o crescimento de bactérias ruminais, incluindo carboidratos solúveis e uma fração de FDN rapidamente digestível (Ben-Ghedalia et al. 1989; Armmeman e Henry, 1991; Miron et al., 2002). A polpa cítrica peletizada tem sido utilizada como alimento concentrado de alta disponibilidade energética para suportar altas taxas de crescimento e altas produções durante a lactação de bovinos (Armmeman e Henry, 1991; Belibasakis e Tsirgogianni, 1996; Solomon et al., 2000).

• TABELA 1. Composição bromatológica média da polpa cítrica peletizada utilizada em rações de ruminantes

NUTRIENTE	% na MS
Matéria Seca	91,4
Proteína Bruta	6,16
Extrato Etéreo	3,74
Matéria Mineral	4,68
Fibra Bruta	12,28
Extrato Não Nitrogenado	64,56
FDN	25,00
FDA	24,00
Carboidratos não Estruturais	61,00
NDT	77,00
Ca	1,59
P	0,08
Lignina	1,00
Amido	0,20
Pectina	25,00
Efetividade do FDA	70,00

Fonte: Carvalho, 1995.

[Em dietas de animais de alta produção, o nível de alimentos concentrados é elevado, podendo levar a uma deficiência de fibra. Apesar de ser considerada concentrado energético, a polpa cítrica apresenta teor maior de fibra do que os concentrados energéticos tradicionais, principalmente no que se refere à fibra em detergente ácido (FDA).] A polpa cítrica peletizada tem sido utilizado com sucesso para bovinos leiteiros (Drude et al., 1971; Wing, 1975; Van Horn et al., 1975), bovinos de corte (Schaibly e Wing, 1975; Pinzon e Wing, 1975;

Hadjipanagiotou e Louca, 1976; Willians et al, 1987), ovinos (Loggins et al., 1966; Bhattacharya e Harb, 1973), cabras leiteiras e coelhos (De Blas e Villamide, 1999).

{Um importante benefício da utilização de subprodutos fibrosos se refere ao seu baixo custo. O custo alimentar é a principal variável para a avaliação da utilização ou não do alimento na dieta de animais de produção. Uma estratégia primária que gera grande sucesso na alimentação de animais de produção é a redução do custo alimentar e manutenção da produção (Grasser et al., 1995).} A utilização de dieta completa para animais de produção em fazendas tem sido comum em lotes de vacas leiteiras, estando os produtores atentos para a utilização desses subprodutos com o intuito de reduzir os custos de produção e obter as vantagens do sistema de produção em escala (Clark e Armentano, 1993).

Por tratar-se de um produto que absorve a umidade, é muito importante que o farelo seja transportado e armazenado em locais muito secos, ventilados e totalmente cobertos. Do contrário, podem surgir microorganismos causadores de fermentação e bolor. Neste caso, o produto não poderá ser utilizado na composição da ração (ABECITRUS, 2002). Recomenda-se não armazenar este produto por mais de 60 dias, porém em boas condições a polpa cítrica pode ser armazenada por períodos de até 1 ano.

2.3 Pectina

[A pectina está associada com a parede celular, mas não está covalentemente ligada às porções lignificadas, sendo, portanto, quase completamente digerida (90-100%) no rúmen (Van Soest, 1994). No entanto, sob o aspecto de fermentação ruminal, a polpa cítrica possui características de alimento volumoso, já que promove um pH ruminal relativamente alto (Fegeros

et al., 1995). Em função do seu alto teor em pectina, a polpa cítrica é rapidamente fermentada no rúmen, liberando energia para um acelerado crescimento microbiano Van Soest (1982).

• Hall et al. (1997) classificam a pectina em fração de polissacarídeo não amilácea e referem-se a esta fração como fibra solúvel em detergente neutro, que também inclui as fructanas e beta - glucanas. A fibra solúvel em detergente neutro tende a ser rapidamente fermentável (Hall et al., 1998), mas é indigestível para enzimas de animais mamíferos e não para enzimas de microorganismos presentes no rúmen.

Quando se utiliza polpa cítrica substituindo milho na dieta de ruminantes, mais ácidos graxos voláteis são produzidos no tempo de incubação de 6 horas, com 2 gramas de pectina em 150 ml de fluido de rúmen diluídos quando o pH de inoculação foi mantido entre 6,57 e 7,09, comparado ao pH entre 5,73 e 6,41. A produção de ácido acético foi da ordem de 84 a 95% e a relação ácido acético/ácido propiônico foi de 5/1 para 25/8 para diferentes preparações de inoculação das dietas com milho e polpa cítrica, respectivamente. A quantidade de ácido butírico produzido foi muito baixa, 1,2 a 4,4 moles/100 moles de AGV, a produção de ácido butírico como resultado da fermentação de amido e hemicelulose também foi baixa. Em contraste com a pectina, hemicelulose e o amido foram fermentados mais eficientemente em baixo pH. A produção de lactato foi menor que 1mM para as incubações de pectina e hemicelulose. A fermentação do amido em lactato resultou em valores médios de 3 mM (Marounek et al, 1985).

Ovelhas fistuladas no rúmen receberam uma dieta com 67,5% de polpa cítrica peletizada e foram comparadas com animais que receberam uma dieta com 61,2% de cevada. Os animais que receberam a dieta com polpa cítrica demonstraram pH ruminal de 6,42 contra 6,18 dos animais que receberam

cevada e uma relação ácido acético/ácido propiônico de 4,8 X 3,7 (Ben-Ghedalia et al, 1989).

Novilhos fistulados no rúmen receberam uma dieta com 4,4 kg de matéria seca. As dietas foram balanceadas para ter cerca de 15,5 % de proteína bruta, polpa cítrica: silagem de milho:farelo de soja, nas devidas proporções I (0:82:18), II (27:55:18), III (55:27:18) e IV (82:0:18). A forragem seca e integral foi incubada no rúmen. A silagem de milho e a polpa cítrica não afetaram a degradabilidade da forragem *in situ*. Para as rações contendo vários níveis de polpa cítrica, a porcentagem molar de ácido acético foi igual ou maior do que a porcentagem de ácido acético de todas dietas que continham silagem de milho. A relação ácido acético/ácido propiônico foi significativamente maior para o tratamento IV. O tratamento I resultou em um maior pH ruminal do que os outros 3 tratamentos após 4 horas de alimentação. O menor pH para todas as dietas que continham polpa cítrica foi de 6,6, e para as que continham silagem de milho, foi da ordem de 7,03 (Schaibly e Wing, 1974).

2.4 Fibra na dieta

A adequada formulação de fibra nas dietas de ruminantes é de suma importância (Kesler e Spahr, 1964). [As forragens são sabidamente a maior fonte de fibra da dieta, porém o conteúdo energético é baixo, especialmente em forragens de baixa qualidade. Com o potencial genético elevado das vacas de leite, a produção tem aumentado e o fornecimento de energia e fibra em quantidade suficiente tem se tornado cada dia mais desafiante (Allen, 1997).

[A importância da fibra em dietas de ruminantes reside na manutenção da motilidade ruminal e estímulo à ruminação. De acordo com Zhu et al. (1997), a FDN de subprodutos tem propriedades físicas e químicas que a diferem da FDN de forragens, as quais podem reduzir o desempenho dos animais. Assim, as

dietas de vacas em lactação devem conter um mínimo de 25% de FDN na matéria seca total, com 75% deste FDN fornecido pela forragem (NRC, 1988). Portanto, esta fibra deve ser realmente efetiva em manter estes processos. Segundo Stern e Ziemer (1993), 70% do FDA da polpa cítrica são efetivos.

O conhecimento da utilização da polpa cítrica peletizada como fonte de energia em substituição a uma fonte de amido convencional, em dietas para vacas leiteiras, pode ajudar na viabilização da adoção da mesma como alternativa em sistemas intensivos de produção (Menezes et al., 2000). O milho é a principal fonte energética de rações concentradas e alternativas para sua substituição podem contribuir para a diminuição dos custos de produtos de origem animal (Bueno et al., 2000).

2.5 Consumo de matéria seca

O ponto máximo de IMS tem sido objetivo em vários experimentos realizados, sendo várias as hipóteses para explicar a regulação de consumo. Uma das mais importantes é a de consumo de fibra relacionada à concentração energética da dieta.

[O sistema de ingestão energética por FDN para a formulação de dietas de vacas leiteiras em lactação é baseado no conceito de que dois mecanismos regulam a ingestão nos ruminantes (Mertens, 1985). Quando alta fibra, e baixa energia na dieta de animais a ingestão de vacas leiteiras é limitada pelo efeito de enchimento da dieta. Quando baixa a fibra, e alta a energia na dieta de vacas leiteiras, a ingestão é regulada pelo intercepto do processo de enchimento e da demanda energética de consumo do animal. Porque o FDN é relacionado com o efeito de enchimento e a densidade energética da dieta pode ser usada para relacionar estes dois mecanismos em uma escala comum, para poder auxiliar na formulação de dietas para vacas em lactação.

O processo de regulação da ingestão em vacas em lactação pelo processo de enchimento é determinado pela capacidade do rúmen-retículo (R-R) de suportar a armazenagem de FDN. Em revisão realizada por Rayburn & Fox (1993), na qual foram utilizados dados de consumo de 29 experimentos de um total de 149 tratamentos, foram descritas ingestões, máximas, médias e mínimas de FDN como percentual de peso vivo de 1,72; 1,20 e 0,73%, respectivamente. Estes dados sugerem que o efeito de enchimento a partir do FDN presente na dieta não pode ter efeito único determinante da regulação de consumo, mas também não pode também ser menosprezado por ser um dos efeitos principais na regulação da IMS.

[A regulação física da IMS ocorre quando a ingestão de alimentos é limitada pelo tempo requerido pela mastigação ou pela distensão do trato gastrointestinal. Fatores dietéticos que aumentam o tempo de mastigação podem resultar em um decréscimo no tempo de ruminação e aumentar o enchimento do rúmen, provocando um efeito limitante na ingestão da dieta (Mertens, 1992).

Se o trato gastrointestinal limita a ingestão, este fato deve ocorrer por um equilíbrio entre o grau de enchimento a taxa em que os órgãos do trato gastrointestinal são enchidos e a taxa com que os conteúdos podem ser retirados do mesmo por digestão ou por passagem. O aumento da tolerância de um maior volume da dieta pode ser devido ao aumento da ruminação ou da mastigação ou ao aumento do “pool” digestivo (Van Soest, 1994).

TABELA 2. Ingestão de FDN durante o ciclo lactacional de vacas de primeira e segunda lactação

Semanas de lactação	1 ^o Lactação (%PV/dia)	2 ^o Lactação (%PV/dia)
2	0,78	0,87
4	0,91	1,00
8	1,05	1,17
12	1,12	1,26
16	1,14	1,29
20	1,14	1,30
24	1,13	1,27
28	1,11	1,24
32	1,08	1,19
36	1,04	1,13
40	1,01	1,08
44	0,97	1,01
Vaca seca	0,92	0,95

Fonte: (Mertens, 1992)

Em experimento realizado com ovinos (Van Soest, 1965), o conteúdo de FDN foi altamente relacionado com IMS de forragens do que com outras mensurações químicas Waldo (1986) sugeriu que o conteúdo de FDN é o melhor preditor químico da IMS por ruminantes. A literatura descreve que quando ocorre substituição de FDN de grãos por FDN de forragens, a IMS decai em níveis substanciais (Allen 2000).

Fontes de fibra não forrageira como caroço de algodão, casquinha de soja, polpa cítrica e polpa de beterraba têm uma quantidade de FDN similar à das forragens, mas tamanhos de partículas diferentes e geralmente menores do

que estas. Em vários experimentos, as fontes de fibra não forrageira foram substituídas por forragens ou grãos nas dietas e a IMS foi medida. Quando a IMS é regulada pela distensão do R-R, a substituição de forragem por fibra não forrageira em dietas pode aumentar a IMS; na substituição de grãos, pode ocorrer a diminuição da IMS pela diferença no processo de enchimento, que seria maior do que dos grãos. } Porém, em alguns experimentos a substituição de forragem por fibra de origem não forrageira não apresenta os mesmos resultados, como descrito em uma ampla revisão feita por Allen (2000).

Quando a forragem foi substituída por uma fonte de fibra não forrageira, ocorreu aumento significativo na IMS em 5 experimentos e decréscimo em 2 experimentos, em um total de 31 comparações. Quando a comparação foi realizada com substituição por grãos, a IMS aumentou em 8 e decresceu em 2 comparações, em um total de 33 comparações (Allen, 2000). Estas observações levam a suspeitas de outros fatores controladores da IMS além do enchimento, o controle metabólico é descrito por Van Soest (1994). [Quando vacas estão em balanço energético positivo, a capacidade física pode ser um fator menos importante nos mecanismos de controle da ingestão (Dado & Allen, 1995). O uso de dietas com alto conteúdo de fonte de fibra não forrageira depende não somente da influência sobre a IMS, mas em primeira instância no valor de mercado do produto.]

Mendes Neto et al. (2001) realizaram um estudo com novilhos em fase de crescimento substituindo feno de Tifton 85 por polpa de citrus e avaliando o comportamento de ingestão de MS e FDN. Foi observado aumento de consumo linear de MS quando ocorreu substituição de feno de tifton por polpa cítrica, não sendo detectadas diferenças de consumo na quantidade de FDN ingerido com o aumento do nível de substituição. Na substituição de 40, 60, 80 e 100% de milho por polpa cítrica peletizada na dieta de 28 bovinos mestiços confinados, os consumos de matéria seca e de fibra em detergente neutro não variaram com o

aumento dos níveis de substituição do milho pela polpa cítrica (Prado et al., 2000).

Quando da substituição de milho, por polpa cítrica peletizada; após diferentes processamentos o consumo de matéria seca foi maior para o tratamento de milho moído fino mais polpa cítrica do que para os tratamentos com o milho de baixa degradabilidade ou sem a incorporação de polpa.

Em trabalho realizado com ovinos em que foi feita a substituição de 0, 15, 30 e 45% de polpa cítrica peletizada por milho na dieta total, não foi encontrada diferença entre os níveis de consumo dos animais submetidos aos diferentes tratamentos (Monteiro, et al. 1998). Em dietas com alta e baixa ingestão de concentrado para novilhas pré-púberes, respectivamente 80 e 20% de concentrado na matéria seca da dieta, não foram detectadas diferenças de consumo de MS entre os níveis de ingestão, não prejudicando o desempenho das novilhas (Henrique et al., 1998). Estes dados são um pouco discordantes dos encontrados por Henrique et al. (2002), que descrevem aumentos de consumo linear em novilhos alimentados com níveis crescentes de polpa cítrica peletizada na substituição de milho na dieta.

2.6 Produção de leite

Vários fatores dietéticos podem afetar a concentração de gordura do leite; o uso de grande quantidade de carboidrato na forma de amido na dieta de ruminantes é conhecido como depressor (Griinari et al., 1998). Devido ao padrão de fermentação ruminal da polpa cítrica, há um especial interesse pelo estudo da sua fonte de carboidrato, pectina e sobre o efeito observado no teor de gordura do leite.

[Solomon et al. (2000) realizaram experimento com o objetivo de avaliar o efeito de dois tipos de carboidratos não fibrosos, amido e pectina, sobre a concentração de ácido linoleico conjugado na gordura do leite. A comparação entre essas duas fontes indicou poucos efeitos sobre a concentração de gordura do leite e ácido linoleico conjugado. Foi verificado que os animais que receberam dietas com alta quantidade de polpa cítrica peletizada apresentaram menor IMS 20,3 kg, mas similares produções de leite, 37,0 kg, quando comparado com vacas recebendo dietas contendo grande quantidade de milho.

Por outro lado, Van Horn et al. (1975) avaliaram a polpa cítrica em dietas à base de bagaço de cana como substituto do milho moído em níveis de 8 e 43% na matéria seca total. A produção de leite também não foi influenciada pelo nível de polpa, mas o leite corrigido para sólidos e gordura foi maior com a concentração mais alta de polpa em substituição ao milho.

[Confirmando os resultados obtidos nos experimentos citados de que a polpa cítrica pode substituir grãos de cereais em dietas de vacas em lactação sem prejuízos na produção de leite, Belibasakis e Tsirgogianni (1996) estudaram os efeitos da polpa cítrica como substituto do milho mais polpa de beterraba na produção e composição do leite de vacas alimentadas com silagem de milho. As produções diárias de leite e leite corrigido para 4% de gordura foram mais altas com a dieta contendo polpa cítrica, porém as diferenças não foram significativas. Os conteúdos em lactose, sólidos totais e sólidos não gordurosos no leite não foram afetados na dieta contendo polpa cítrica. No entanto, a produção e o teor de gordura no leite foram significativamente mais altos.

Os mesmos resultados podem ser obtidos quando se trabalha com ovelhas em lactação, ou seja, os efeitos da polpa cítrica como substituto para os grãos de cereais (milho e cevada) na produção e composição do leite foram semelhantes. Os resultados de Fegeros et al. (1995) não apontaram diferenças

significativas, concluindo que a polpa pode ser utilizada por ovelhas lactantes em níveis de até 10% da matéria seca total, sem nenhum decréscimo na produção de leite.

Em pesquisa realizada com níveis de substituição de 0, 33, 66 e 100% de polpa cítrica por milho grão, Assis (2001), utilizando vacas com 20 litros de produção de leite, não encontraram diferença significativa nas produções de leite e teores de gordura e proteína e consequentemente, também nas produções de gordura e proteína do leite.

(Nussio et al. (2000), trabalhando com diferentes tratamentos do grão do milho mais substituição de parte deste milho por polpa cítrica peletizada, descreveram que vacas leiteiras recebendo dietas com 53% de silagem de milho apresentaram desempenho superior em termos de produção de leite, de gordura e de proteína quando suplementadas com uma combinação entre uma fonte de amido de alta ou média degradabilidade ruminal e polpa cítrica peletizada em relação à suplementação com fontes exclusivas de amido tanto de baixa, média ou alta degradabilidade ruminal.

Na substituição de 40, 60, 80 e 100% de milho por polpa cítrica peletizada na dieta de 28 bovinos mestiços confinados, os ganhos médios diários não variaram e ficaram em torno de 1,40 kg/dia (Prado et al., 2000). Em caprinos em crescimento com níveis de substituição de 0, 33, 66, e 100% não ocorreram diferenças entre o ganho de peso médio diário e a conversão alimentar (Bueno et al., 2000).

2.7 Fermentação Ruminal

[Os carboidratos não fibrosos são importantes por promoverem aporte energético para o crescimento microbiano no rúmen e energia para o animal, sendo de grande importância por manter os níveis de saúde ruminal, como motilidade, mastigação e salivação. É razoável concluir que a redução na produção de saliva seja o principal fator de queda no pH ruminal devido às mudanças ocorridas na dieta de vacas de alta produção quando a fibra é diminuída, resultando em uma maior produção de AGVs totais (Van Soest, 1994).

[Em geral, as proporções de proteína bruta (PB), gordura ou extrato etéreo (EE) e cinzas são relativamente constantes em rações de vacas de leiteiras. Assim, o equilíbrio nas rações está entre fibra solúvel em detergente neutro ou em carboidratos não fibrosos ($CNF = 100 - FDN - PB - EE - Cinzas$). Os CNF incluem amido e açúcares (os verdadeiros carboidratos não estruturais - CNE); beta-glucanos, fructanas e pectinas (assim chamadas de fibra solúvel) e ácidos orgânicos; estes últimos não são fermentados e por isso não contribuem para a produção de proteína microbiana. Quando o FDN lentamente fermentável substituído por CNF rapidamente fermentável e mais AGVs são produzidos no rúmen; porém quando combinado com o decréscimo na secreção salivar tamponante, resulta em queda no pH ruminal (Mertens, 2001).

[Muitos estudos têm demonstrado que quando o pH do fluido ruminal é mantido abaixo de 6,1, os microrganismos associados à digestão de fibra são inibidos e destruídos, diminuindo a sua digestão (Mould & Orskov, 1983; Mould et al., 1983; Van Vuuren et al., 1993; Grant & Weidner, 1992; Grant & Mertens, 1992b, Pereira, 1997 e Gonçalves et al., 2001). Redução do pH de 6,8 a 6,0 resulta em depressões moderadas, e reduções abaixo de 6,0, em inibições severas da flora celulolítica. O menor limite prático na digestão da FDN no rúmen é em

pH 5,5; abaixo desse nível muito pouca digestão ocorreria, caracterizando acidose subclínica (Grant e Weidner, 1992).

Carboidratos correspondem a cerca de 70 a 80% da dieta de vacas leiteiras e são os maiores precursores de energia necessária para a alta produção de leite em bovinos (Nocek e Russell, 1988). [Na formulação de dietas de ruminantes, os carboidratos de rápida fermentação são considerados como carboidratos não estruturais, normalmente amido e açúcares solúveis, ou carboidratos estruturais; representados por aqueles pertencentes à parede celular, com exceção da pectina, que pertence à parede celular mas é de rápida fermentação.]

A fração de carboidratos solúveis em detergente neutro é caracterizada como uma fonte de energia rapidamente viável para suportar crescimento microbiano no rúmen (Ariza et al., 2001). Estes carboidratos não são recuperados na fração de FDN. Os carboidratos pertencentes à fração solúvel em FDN, incluem ácidos orgânicos, açúcares simples, oligossacarídeos, amido, fructanas, substâncias pectínicas e beta -glucanas (Van Soest et al., 1991). As pectinas e beta -glucanas são carboidratos estruturais, entretanto solúveis em FDN.

Baixo pH ruminal pela alta quantidade de alimentos fermentados no rúmen pode diminuir a taxa de digestão da fibra e aumentar os efeitos do enchimento na dieta, aumentando a distensão do R-R (Allen & Mertens, 1988).

[Várias revisões (Cricklow e Chaplin, 1985; Huber, 1976; Huntington, 1988; Stock e Britton, 1993) têm descrito os processos de acidose em animais domésticos. Carboidratos de rápida fermentação ruminal inicialmente são causas de acidose ruminal.] A severidade da acidose é associada à frequência e à duração da alteração dietética. A faixa crítica de pH no rúmen é <5 durante a acidose aguda e <5,5 durante a acidose subclínica. [O aumento de carboidratos de

rápida fermentação na dieta aumenta a produção ruminal de ácidos graxos voláteis, promovendo uma maior queda nos níveis de pH ruminal (Nocek, 1997).]

Tradicionalmente, os concentrados empregados na alimentação animal caracterizam-se por possuírem amido como principal componente energético. [Os alimentos com alto teor de amido favorecem a produção de ácido propiônico no rúmen e induzem o animal à acidose com mais facilidade do que alimentos que promovem a fermentação acética. A acidose é um distúrbio metabólico que ocorre pela acumulação de ácido láctico no rúmen, um precursor do ácido propiônico (Nocek, 1997).]

Quanto mais rápida for a degradação dos alimentos ricos em amido, maior é a acumulação de ácido láctico no rúmen e maior é a queda no pH. A queda do pH inibe o crescimento das bactérias celulolíticas, resultando numa redução no teor de ácido acético e, conseqüentemente, no teor de gordura do leite (Carvalho, 1995).

Amido e fibra solúvel em detergente neutro tendem a predominar em diferentes alimentos geralmente utilizados na alimentação de vacas leiteiras. Amido tende a compor a maioria dos carboidratos solúveis em detergente neutro em batatas, pequenos grãos, milho grão, sorgo grão, suas silagens e subprodutos. Em contraste, fibra solúvel em detergente neutro predomina em silagem de leguminosas, soja integral, polpa de beterraba açucareira e polpa cítrica. Grão de milho pode conter cerca de 70% de amido, 6 a 10% de fibra solúvel em detergente neutro e 0 a 5% de açúcares, enquanto polpa cítrica pode conter 12 a 40% de açúcares, 25 a 44% de fibra solúvel em detergente neutro ou 1% ou menos de amido na base de matéria seca (Hall, 2000). A variação na composição entre alguns alimentos pode ser possível pela manipulação de algumas proporções de carboidratos pertencentes à dieta.

[Polpa cítrica difere de amido e açúcares livres produzindo pouco ou nada de lactato (Strobel e Russell, 1986). Além disso têm-se conseguido com a utilização da polpa cítrica, maiores relações de ácido acético/ácido propiônico em comparação com dietas ricas em amido] (Marounek et al., 1985; Ben-Ghedalia et al., 1989). Poucas informações têm sido geradas e encontradas, na literatura, com respeito às diferenças na produção de ácidos graxos voláteis entre os vários componentes das fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro. Porém, alguns estudos têm determinado as características de degradação e frações específicas da fração de carboidratos solúveis em detergente neutro, tais como pectina (Gradel e Dehority, 1972) ou amido no rúmen; contudo, somente alguns poucos estudos têm descrito diferenças nos padrões e fermentação desses alimentos (Marounek et al., 1985; Ben-Ghedalia et al., 1989).

Utilizando ovinos para comparar parâmetros ruminais em dietas com polpa cítrica, Ben-Ghedalia et al. (1989) observaram que mesmo sendo de rápida fermentação, a polpa cítrica cria condições para a degradação de celulose no rúmen, traduzidas pela maior relação ácido acético:ácido propiônico e pelo maior valor de pH quando comparada com a cevada. Da mesma forma, Wing (1975) avaliou os efeitos da polpa cítrica não peletizada sobre os parâmetros de fermentação ruminal em bovinos quando em substituição ao milho. Os resultados não mostraram diferenças significativas para a relação ácido acético:ácido propiônico, que foi em torno de 4 para todas as rações experimentais.

[Há muitos anos os pesquisadores que trabalham com polpa cítrica procuraram estudar os efeitos da sua substituição por alimentos volumosos. Wing (1982) descreve que a manutenção de altos níveis de ácido acético no rúmen mediante o uso de polpa cítrica permite que este alimento seja um substituto parcial de volumosos, fornecendo fibra de qualidade em épocas de escassez de forragem.

Highfill et al. (1987) avaliaram os efeitos da suplementação de feno de baixa qualidade com fontes energéticas variáveis quanto ao conteúdo de fibra. Foram utilizados a polpa cítrica, a casca de soja, o milho e o glúten de milho. O tratamento suplementado com polpa cítrica apresentou maiores concentrações ruminais de ácido acético e AGV's totais. A relação ácido acético:ácido propiônico só foi menor do que no tratamento suplementado com casca de soja.

Os resultados obtidos por Rocha Filho et al. (1999) sugerem que a polpa cítrica tenha favorecido maior produção de ácido acético que o milho, quando utilizada em substituição à silagem de milho. Indicam também que nas dietas em que o milho substituiu parte da silagem houve maior produção de ácido propiônico, quando comparadas com as dietas em que esta substituição foi feita com polpa cítrica isoladamente. Da mesma forma, Schaibly e Wing (1974), avaliaram os padrões de fermentação ruminal, num experimento onde a silagem de milho foi substituída pela polpa cítrica em níveis de 0, 33, 67 e 100%. A produção de ácido acético 1 e 2 horas após alimentação foi mais alta na dieta com 100% de substituição. Não houve diferença entre os tratamentos 4 horas após alimentação.

Reinato et al. (2002) avaliou a influência da substituição parcial de milho por polpa cítrica em dietas de vacas leiteiras e descreveu aumento na queda de pH com o aumento dos níveis de substituição. Portanto, a polpa cítrica, ao contrário da maioria dos concentrados, não diminui a concentração ruminal de ácido acético. Também a relação ácido acético:ácido propiônico foi significativamente mais alta para a dieta, 100%. Os valores de pH ruminal foram reduzidos com o aumento dos níveis de polpa cítrica na dieta, porém estes valores não foram tão baixos quanto aqueles geralmente encontrados com o uso de outros concentrados, mostrando mais uma vez suas propriedades semelhantes às dos volumosos, principalmente no que diz respeito ao pH ruminal e à produção de ácidos graxos voláteis.

Franzolin et al. (2000) e Miron et al. (2002), respectivamente, observaram efeito linear positivo na degradabilidade efetiva da FDA de coast-cross em dietas com alta polpa cítrica e aumento da digestibilidade da FDN de dieta rica em polpa cítrica em relação à dieta rica em amido (53,8% vs 49,3%, $P<0,05$). Carvalho (1998) avaliou o efeito associativo negativo da dieta de alto amido sobre a digestão da FDN do bagaço de cana tratado a vapor quando trocou parte do milho por polpa cítrica. A degradação efetiva da FDN do bagaço de cana na dieta de alto milho foi de 17,73% contra 23,94% na dieta de polpa cítrica ($P<0,05$).

Dietas à base de silagem de milho suplementada com concentrados ricos em amido são dietas acidogênicas que diminuem o consumo de matéria seca tanto do volumoso quanto da dieta total (Dewhurst et al., 2001 e Wadhwa et al., 2001). Pereira (1997), ao substituir parte da forragem e do amido por subprodutos fibrosos, aumentou a FDN total da dieta e, conseqüentemente, a taxa de degradação *in situ* da FDN da silagem de alfafa e da silagem de milho tenderam a aumentar ($P=0,12$). Não diferentemente de Mould & Orskov (1983), não houve melhora no coeficiente de digestibilidade da FDN dessas.

Mendes Neto et al. (2001) realizaram estudo com a finalidade de avaliar o efeito da substituição do feno de tifton 85 por polpa cítrica e a digestibilidade aparente. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB, FDN e MO decresceram linearmente com o aumento do nível de substituição do feno de tifton 85 pela polpa cítrica.

Em níveis de substituição da polpa cítrica peletizada de 40 para 60% por milho na dieta de vacas leiteiras, não foi detectada diferença entre os coeficientes de digestibilidade da MS e do FDN em relação à testemunha e entre os níveis (Porcionato et al., 2000). Os coeficientes de digestibilidade da polpa

cítrica foram maiores para todos os parâmetros, com exceção da proteína, que foi maior para o milho (Bruno Filho et al., 2000).

Quando foi realizada substituição em níveis crescentes de milho por polpa cítrica, a digestibilidade aparente da matéria seca e da fibra em detergente neutro não sofreu alterações de acordo com os tratamentos, porém a fibra em detergente ácido sofreu substanciais aumentos de digestibilidade (Henrique et al., 2000).

Menezes Jr. et al. (2000), em trabalho em que a polpa cítrica peletizada substituiu parcialmente milho, que sofreu processamento, não observaram diferenças de digestibilidade dos nutrientes em vacas em lactação. Estes dados diferem em parte dos de Pinheiro et al. (2000), em que os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca de novilhos mestiços foram maiores para os níveis de substituição de 40 e 100% do que de 60 e 80% (68,5; 68,2) X (62,5; 62,3) respectivamente.

Fegeros et al. (1995), estudando a digestibilidade aparente da polpa cítrica seca, concluíram que a proteína não foi tão digestível como a do milho; no entanto, a digestão da fibra bruta foi significativamente maior. Os mesmos resultados foram obtidos por Bhattacharya e Harb (1973) em experimento com ovinos. A polpa cítrica foi utilizada como um substituto para o milho moído, em níveis de 0, 33, 66 e 100%. A digestibilidade da matéria seca e a palatabilidade das rações não foram diferentes entre os tratamentos; porém, a digestibilidade da fibra bruta aumentou com os níveis elevados de polpa cítrica, enquanto a digestibilidade da energia foi significativamente mais baixa com 100% de substituição do milho pela polpa.

[O processo de desidratação que ocorre durante o processamento da polpa cítrica também pode ter efeito sobre as suas características nutricionais. Quando a temperatura nos processos utilizados na obtenção da polpa cítrica varia entre

104, 115 e 126^o C não ocorre efeito significativo na composição em nutrientes da polpa, com exceção de um aumento no conteúdo da fração de cinzas. No entanto, as frações protéicas e energéticas da ração contendo polpa de citrus desidratada a 104^o C apresentam digestibilidade significativamente maior ($p < 0,05$) que as das demais temperaturas. Pode-se inferir que o processo de carbonização ou armazenamento inadequado da polpa cítrica causa diminuição da quantidade de nutrientes fermentáveis no rúmen, prejudicando o potencial de fermentação ruminal (Porcionato et al., 2000).

2.8 Atividade mastigatória

Dado e Allen (1994), estudando hábitos alimentares de vacas leiteiras em lactação alojadas em instalações do tipo "Tie Stall," descreveram que as vacas tinham, em média, tempos de ingestão de 300 min/dia e se alimentavam 11 vezes/dia. Vacas de mais alta produção consumiam mais matéria seca e maior quantidade de alimento por vez que se alimentavam (2,3 X 1,7 kg) do que vacas de mais baixa produção. Vacas de alta produção ruminavam menos vezes por dia (13 X 14,5 vezes/dia) mas ruminavam em média 5 min a mais por período de ruminação do que vacas de mais baixa produção.

A forma física de vários alimentos específicos é avaliada quantitativamente por diversos métodos de utilização de peneiras (Zhu, et al., 1997). A variação nos métodos utilizados para a determinação da forma física da dieta tem dificultado a comparação de resultados de diferentes laboratórios ou a sua copilação (Soita et al., 2000). Para encontrar os requerimentos nutricionais de vacas leiteiras em lactação, a proporção de concentrados na dieta é frequentemente aumentada; se pequenas quantidades de forragem com fibra de alta qualidade forem utilizadas, dietas baixas em fibra são frequentemente associadas com acidose ruminal (Mertens, 1992), ruminação reduzida, queda na

secreção de saliva e digestão da fibra, queda na relação ácido acético/ácido propiônico e depressão na produção de gordura do leite (Grant, 1990). Muitas dessas diferenças se devem às diferentes fontes de carboidratos utilizados na dieta de vacas de leite.

Mertens (1992) propôs que o tempo necessário para a mastigação/kg de IMS é determinado como um índice de fibrosidade de um dado alimento. Fontes de fibra variam, contudo, em sua habilidade de estimular mastigação, ficando evidente que quando concentrados altos em fibra são utilizados para a substituição de forragens ocorre depressão nos tempos médios de mastigação (Clark e Armentano, 1993).

Muitos estudos têm sido conduzidos para avaliar o efeito da “fibrosidade” de um dado alimento, como a polpa cítrica ou polpa de beterraba, comparado com alimentos concentrados ricos em amido, sobre a digestão, produção e composição do leite (Van Horn et al., 1975) e efeitos ruminiais (Schaibly e Wing, 1974).

[Fibras ou constituintes da parede celular parecem ser a maior fonte de determinação da quantidade do tempo de ruminação produzido por feno de várias qualidades (Welch e Smith, 1971).

Clark e Armentano (1993) e Swain e Armentano (1994) estabeleceram valores de fibra efetiva relativos à fibra em detergente neutro (FDN) em silagem de alfafa. Embora o critério para determinar a fibra efetiva fosse porcentagem de gordura no leite, foi aceito que ambas as propriedades, físicas e químicas, da fibra são importantes na determinação da efetividade.

Em um experimento com ovinos, Welch e Smith (1971) avaliaram a atividade de ruminação e concluíram que a polpa cítrica reduziu o tempo de ruminação quando comparada com o feno picado. A polpa cítrica reduziu o tempo médio por unidade de matéria seca ingerida no entanto, a ruminação por

unidade de parede celular ingerida, foi mais alta que aquela observada nos animais comendo feno picado. Há uma alta correlação entre o consumo de parede celular e o tempo de ruminação em ovinos e bovinos.

[Fontes de fibra não forrageira são subprodutos produzidos pelas plantas através da extração de amido, açúcares e outros constituintes de valor não fibroso. Estas fontes de fibra não forrageira podem possuir valores de FDN similares aos das fontes de forragem, mas tamanho de partículas similares às de concentrado (Pereira et. al, 1999). Forragens que têm sido muito finamente moídas têm valores de efetividade de fibra similares aos de alguns desses subprodutos.] A sua habilidade de prevenir a depressão na concentração da gordura do leite, em relação ao feno de alfafa, tem sido usada para determinar a efetividade de FDN (eFDN) contida nos alimentos (Swain e Armentano, 1994).

Quanto ao feno de alfafa a atividade mastigatória é ligada a fatores controladores de ambiente ruminal e à capacidade de prevenir a depressão na concentração de gordura do leite. A efetividade do FDN é definida como o conteúdo de FDN do alimento multiplicado por um fator de efetividade. Em determinação coletada em análise de alguns experimentos, o FDN em fonte de fibra não forrageira possui valor de efetividade aproximadamente 50% menor do que o valor de FDN da silagem de alfafa para manter a concentração de gordura de leite (Clark e Armentano, 1993; Clark e Armentano, 1997; Clark e Armentano, 1994; Depies e Armentano, 1995; Swain e Armentano, 1994).

A qualidade dos alimentos é grandemente influenciada pelos atributos físicos, que não podem ser associados com frações químicas ou obtidas por análises químicas. Estas características incluem densidade física, capacidade de hidrogenização, troca catiônica e taxa de fermentação (Van Soest, 1994). A densidade física da partícula está finamente relacionada com a redução do tamanho da mesma.

Três importantes e independentes componentes afetam o balanço de carboidratos na dieta. Os primeiros dois são a natureza do FDN e a natureza do carboidrato não fibroso. O terceiro componente pode ser descrito como sendo o conteúdo de FDN e o conteúdo de CNF ou a relação de FDN/CNF. A fermentação ruminal pode ser afetada pela efetividade de FDN ou pela remoção ou acréscimo de CNF na dieta (Mertens, 1992).

A atividade mastigatória foi correlacionada com a FDN (característica química) e com o tamanho das partículas (propriedade física). A atividade mastigatória, ou seja, a mastigação durante o consumo e a ruminação, são os maiores responsáveis pelo tritramento e conseqüente redução no tamanho de grandes partículas. Em adição, a motilidade ruminal aumenta durante a atividade mastigatória e favorece a passagem de resíduos indigestíveis de alimento pelo rúmen. A taxa de diluição e a capacidade tamponante do líquido ruminal também são influenciados pela mastigação, por causa do seu efeito na salivação (Welch, 1986).

A quantidade de tempo que os bovinos gastam com a mastigação a cada dia é reflexo de fatores dietéticos, ambientais e do animal. A necessidade de mastigação aumenta com a quantidade de matéria seca indigestível ou lentamente digestível que é consumida. O tempo gasto com mastigação e ruminação, aumenta linearmente com o aumento da porcentagem de FDN, mas a ruminação por unidade de FDN total consumido tende a permanecer constante. A ruminação é um processo importante que auxilia a digestão e passagem de partículas pelo rúmen, sendo muito deprimida em animais alimentados com dietas ricas em peletes e farelos (Van Soest, 1994).

O tempo de consumo e ruminação por dia e por unidade de alimento é primariamente associado com a concentração de fibra na dieta, medida como FDN. Todavia, a quantidade de mastigação por unidade de fibra varia entre as

frragens. A concentração de FDN e o tamanho de partícula da dieta são os principais fatores dietéticos que afetam o tempo de mastigação. Porém, características intrínsecas da fibra alteram as taxas de passagem e a atividade de mastigação. Fatores físicos e químicos que afetam a susceptibilidade das frragens ao seu desarranjo durante a mastigação estão em parte relacionados à estrutura histológica, incluindo concentração e localização de componentes refratários, localização e orientação de tecidos vasculares, espessura e forma das células epidérmicas, espessura cuticular e cerosidade das folhas (Pond, 1984).

Embora a redução do tamanho de partícula seja um pré-requisito para a passagem pelo retículo-rúmen, aproximadamente metade da matéria seca retida no retículo-rúmen pode ter um tamanho menor do que o limite mínimo para a passagem. Isto sugere que o tamanho da partícula não determina sozinho a taxa de passagem; outros fatores como a motilidade ruminal e a gravidade específica da partícula também podem influenciar (Welch, 1982; Welch, 1986; Okine, 1989).

De acordo com Welch (1982), outro fator que pode influenciar o tempo gasto com mastigação é o tamanho corporal. O autor relata que grandes animais, com correção para peso metabólico, requerem menos tempo de mastigação por unidade de constituintes de parede celular consumidos.

Apesar das variações entre as condições experimentais dos experimentos citados acima, como peso dos animais, tipo de forrageira e participação de FDN de forragem nas dietas, os resultados obtidos confirmam a constância na capacidade da fibra em estimular a atividade mastigatória. A mensuração das diferenças entre a capacidade de estimular a atividade mastigatória de diferentes frragens e subprodutos deve ter como premissa a diminuição destas variações.

Vacas leiteiras em lactação têm ingestões que resultam das taxas de passagem de partículas que são associadas às taxas de absorção ou de

degradação da fibra no rúmen porém, a fibra pode passar pelo rúmen antes de ocorrer o tempo suficiente para a sua degradação, e assim a taxa de aproveitamento da mesma ser comprometida (Mertens, 1992), nesse caso, os microorganismos do rúmen não tiveram tempo suficiente para degradar a fibra. As baixas taxas de digestão resultam na depressão da digestibilidade associada com a alta ingestão de alimentos, mas têm causado redução no desaparecimento de resíduos de fibra do rúmen e aumentado o efeito de enchimento por unidade de FDN. O efeito de enchimento pode ser aumentado porque forragens com baixas taxas de digestão da fibra são mais resistentes à redução do tamanho de partículas durante a ruminação ou no processo de mastigação.

[FDN representa um componente alimentar que ocupa espaço no rúmen; sua parte solúvel em detergente neutro é um componente de fácil processo digestivo e, por essa razão, não ocupa lugar no rúmen. Carboidratos estruturais que são mensurados como FDN são componentes do alimento e comumente requerem atividade mastigatória para que ocorra redução no tamanho de partícula e, conseqüentemente, digestão ou passagem facilitadas. FDN representa o componente alimentar que regula a passagem do alimento pelo trato digestivo, e conseqüentemente, é um dos mecanismos mais importantes da regulação da ingestão alimentar (Mertens, 1992).

Uma das primeiras diferenças de FDN a ser considerada quando se usa o sistema de ingestão energética por FDN para a formulação de dietas é o tamanho de partículas. FDN é usado no sistema como um preditor ou substituinte para o efeito de enchimento. Pode-se comprovar, e já foi comprovado por diversas pesquisas, que o FDN finamente moído não tem o mesmo efeito de enchimento que fibras longas de forragens. FDN moído ou subprodutos alimentares ricos em fibra devem ser ajustados no que se refere a um valor diferente desse porcentual de FDN proposto, sendo este ajuste individual para cada alimento (Clark e Armentano, 1997).

Mertens (1986) observou que a atividade mastigatória foi correlacionada ao FDN (característica química) e ao tamanho de partícula (característica física) como o termo forragem implica textura de alimento e valor de fibra, o autor propôs o termo unidade de valor forrageiro (UVF) para definir a efetividade dos alimentos em estimular a atividade de mastigação. Embora seja relacionado à atividade mastigatória e à fibra efetiva, diferiu desses conceitos em um importante aspecto: UVF foi baseado em uma definição clara de padrão.

O máximo de UVF para um alimento é 100, que representa um alimento hipotético que contém 100% de FDN em uma forma física que estimula máximo de atividade mastigatória/kg de FDN; por exemplo, um feno de grama longo que contém 100% FDN. Neste sistema, o UVF de um alimento seria diretamente proporcional à sua concentração de FDN, multiplicada por um fator de ajuste forrageiro (0 a 1) que é baseado no tamanho de partícula do alimento. Ajustes no valor forrageiro são fatores de desconto para reduzir o valor do FDN encontrado no requerimento de fibra para uma mínima atividade de mastigação (Mertens, 2001).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira dos Citricultores. ABECITRUS, 2002 “Exportações de farelo de polpa cítrica.” Internet (www.(Abecitrus, 2002).com.br) Consultado em Julho de 2002.

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal Dairy Science**, Savoy, v 83, n.7, p.1598-1624, Jul. 2000.

ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forage by ruminants. **Journal Animal Science**, Champaign, v 74, n.12, p.3063-3075. Dec. 1996.

ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physical effective fiber. **Journal Dairy Science**, Savoy, v 80, n.7, p.1447-1462, July. 1997.

ALLEN, M. S.; MERTENS, D. R. Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes. **Journal Nutrition**, Bethesda, v. 118, n.2, p. 261-270, Feb. 1988.

Amiclor. **Organización de Usuarios Y Trabajadores de la Química del Cloro**. URL: <http://www.amiclor.org>. Consultado em Julho de 2002.

AMMERMAN, C. B.; HENRY, P. R.; Citrus and vegetable products for ruminant animals. In. **Proceedings Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle**, St. Louis, 1991. p. 103.

ARIZA, P; BACH, A.; STERN, M. D.; HALL, M. B. Effects of carbohydrates from citrus pulp and hominy feed on microbial fermentation in continuous culture. **Journal Animal Science**, Champaign, v.79, n.4, p.2713-2718, Apr. 2001.

ASSIS, A. J. **Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação**. 2001. 120 p. Dissertação (Mestrado Zootecnia.). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.



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**, Amsterdam, v.60, n.1-2, p.87-92, July 1996.

- BEN-GHEDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J.; EST, Y. The effects of starch and pectin rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.24, n.1-2, p.289-298, July 1989.

BHATTACHARYA, A. N.; HARB, M. Dried citrus pulp as a grain replacement for awasi lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.36, n.6, p.1175-80, Jun. 1973.

- BRUNO FILHO, J. R.; BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; FRANCO, G. L.; PORCIONATO, M. A. F.; AZEVEDO Jr., M. A.; SILVEIRA, R. N.; SOARES, W. V. B.; FREITAS, D. Digestibilidade da polpa cítrica peletizada na alimentação de bovinos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37. Viçosa 2000. **Anais...Viçosa: SBZ, 2000.**

BUENO, M. S.; BIANCHINI, D.; LEINZ, F. F.; CARVALHO, C. F.; FERRARI Jr., E. Polpa cítrica desidratada como substituto do milho em dietas para caprinos em crescimento. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37. Viçosa 2000. **Anais...Viçosa: SBZ, 2000.**

- CARVALHO, M. P. Citros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 1995. Piracicaba, **Anais... Piracicaba: FEALQ, 1995.** p.171-214.

CARVALHO, M.P. **Substituição do milho por subprodutos energéticos em dietas de bovinos à base de bagaço de cana tratado à pressão e vapor: digestibilidade e parâmetros ruminais.** 1998. 120 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CLARK, P. W.; ARMENTANO, L. E. Effectiveness of neutral detergent fiberin whole cottonseed and dried distillers grain comparedwith alfalfa haylage. **Journal Dairy Science**, Savoy, v.76, n.9, p.2644-2650, Sept. 1993.

CLARK, P. W.; ARMENTANO, L.E. Influence of particle size on beet pulp fiber effectiveness. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.77, (Suppl 1), p.137, Abstract. 1994.

CLARK, P. W.; ARMENTANO, L. E. Replacement of alfafa NDF with a combination of non-forage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.80, n.4, p.675-680, Apr. 1997.

COSTA, H. N. **Efeito do ambiente ruminal sobre a degradabilidade *in situ* da cana-de-açúcar**. 2002. 61 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CRICKLOW, E. C.; CHAPLIN, R. K.; Ruminal lactic acidosis: relationship of forestomach motility to nondissociated volatile fatty acid levels. **Animal Journal Veterinary Research**. Schaumburg. v. 46, n.9, p. 1908, Sept. 1985.

DADO, R.G.; ALLEN, M.S . Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, Savoy, v 77,n. 1, p.132-144, Jan.1994.

DADO, R.G.; ALLEN, M.S .Intake limitations , feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal Dairy Science**, Savoy, v 78,n.1, p.118-133, Jan, 1995.

DE BLAS, C.; VILLAMIDE, M. J. Nutritive value of beet and citrus pulps for rabbits. **Animal Feed Science and Technology**. v. 31: p.239-246. 1990.

DEWHURST, R.J. WADHWA, D.; BORGIDA, O. P.; FISHER, W. J. Rumen acid production from dairy feeds. 1. Effects on feed intake and milk production of dairy cows offered grass or corn silages. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.84, n.12, p.2721-2729, Dec. 2001.

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

ERWIN, E. S.; MARCO, G. J.; EMERY, E. M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by chromatography. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.44, n.9, p.1768-1771, Sept. 1961.

FEGEROS, K.; ZERVAS, G.; STAMOULI, S.; APOSTOLAKI, E. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.78, n.5, p.1116-1121, May 1995.

FRANZOLIN, R. FRANZOLIN, M. A.T.; GOMIDE, C.A.; SCHALCH, E.; SILVA, J. R. Efeitos de dietas com polpa cítrica em substituição ao milho em grãos no concentrado sobre a degradabilidade e a fauna ruminal em bubalinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.2109-2118, jun. 2000b. Suplemento I.

GONÇALVES, A.L.; SILVA, J. R.; GOMIDE, C.A.; Degradabilidade ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro de alguns volumosos utilizados na alimentação de cabras leiteiras, submetidas a dietas com diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.1893-1903, June 2001.

GRADEL, C.M.; DEHORITY, B.A. Fermentation of isolated pectin and pectin from intact forages by pure cultures of rumen bacteria. **Applied Microbiology**, Wooster, v.23, p.332-340, Feb. 1972.

GRANT, R.J.; MERTENS, D.R. Development of buffer systems for pH control and evaluation of pH effects on fiber digestion *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.75, n.6, p.1581-1587, June 1992.

GRANT, R.J.; WEIDNER, S.J. Digestion kinetics of fiber: Influence of *in vitro* buffer pH varied within observed physiological range. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.75, n.4, p.1060-1068, Apr. 1992.

GRANT, R. J.; COLEMBRANDER, V. F.; MERTENS, V. R.; Milk fat depression in dairy cows: role of silage particle size. **Journal Dairy Science**, Savoy, v 73, n. 6, p.1834, Jun. 1990.

GRASSER, L. A.; FADEL, J. G.; GARNETT, I.; DePETERS, E. J.; Quantity and economic importance of nine selected by-products used by California dairy rations. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.78, n.4, p.962-971, Apr. 1995.

– GREENPEACE. Fim da poluição toxica. Poluentes orgânicos persistentes (POPs) devem ser banidos. Internet (www.greenpeace.com.br) Consultado em Novembro de 2002.

GRIINARI, J. M.; DWYER, D. A.; MCGUIRE, M. A.; BAUMAN, D. E.; PALMQUIST, D. L.; NURMELA, K. V. V. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.81, n.4, p.1251-1261, April 1998.

HADJIPANAGIOTOU, M.; LOUCA, A.; A note on the value of dried citrus pulp and grape mare as barley replacement in calf fattening diets. **Animal Production**, Champaing, v.65, n.1, p.224-234, Jan, 1987.

– HALL, M. B.; LEWIS, B. A.; VAN SOEST, P. J.; CHASE, L. E. A simple method for estimation of neutral detergent-soluble fiber. **Journal Science Food Agriculture**. London. v. 74, n. 4 p.441-449. 1997.

HALL, M. B.; A laboratory manual. Neutral detergent-soluble carbohydrates: nutritional relevance and analysis. Gainesville. University Florida Extensive Bull. 339. Gainesville. 2000.

HALL, M. B.; PELL, A. N.; CHASE, L. E. Characteristics of neutral detergent-soluble fiber fermentation by mixed ruminal microbes. **Animal Feed Science Thecnology** . Amsterdam, v. 70, n 1-2, p. 23-39, Jun. 1998.

HARMISON, B.; EASTRIDGE, M. L.; FIRKINS, J. L. Effect of percentage of dietary forage neutral detergennt fiber and source of starch on performance of lactating Jersey cows. **Journal Dairy Science**, Savoy, v 80, n. 5, p.905-911, May. 1995.

HENRIQUE, W.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D.; ALLEONI, G. F.; COUTINHO FILHO, J. V.; SAMPAIO, A. A. M. Efeito de diferentes fontes de polpa cítrica peletizada e níveis de concentrado na dieta de novilhas confinadas. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35. v 2, Botucatu. 1998. Anais... Botucatu. SBZ, p.344-346.1998.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A. A. M.; LEME, P. R.; ALLEONI, G. F.; LANNA, D. P. D. Digestibilidade de dietas com alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. Recife. 2002. Anais... Recife. SBZ, 2002.

HIGHFILL, B. D.; BOGGS, D. L.; AMOS, H. E.; CRICKMAN, J. G. Effects of high fiber energy supplements on fermentation characteristics and in vivo and in situ digestibilities of low quality fescue hay. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.65, n.1, p.224-234, Jan, 1987.

HUBER, T. L.; Physiological effects of acidosis on feed lot cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.43, n.4, p.902-909, Apr, 1976.

HUNTINGTON, G. B.; Acidosis. In: *The ruminant animal: Digestive Physiology and nutrition*. Prentice-Hall: Englewood Cliffs, 1988. P. 474.

LOGGINS, P. E.; AMMERMAN, C. B.; MOORE, J. E.; SIMPSON, C.F.; Addition of long hay and sodium bicarbonate to pelleted and meal lamb diets high in citrus pulp. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.36, n.6, p.1175-80, Jun. 1973.

LOOSLI, J. K.; BATTLE E. E.; FLATT, W. P.; JACOBSON, N. L.; NOLLER, C. V.; RONNING, M. National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 4. ed. Washington: National Academy Press, 1971.

MAROUNEK, M.; BARTOS, S.; BREZINA, P.; Factors influencing the producing of volatile fatty acids from hemicellulose, pectin and starch by mixed culture of rumen microorganisms. *Zeitschrift Tierphysiologie Tierernahrung Futtermittelkde*. v. 53, n. 1-2. p.50-58, 1985.

MENEZES Jr, M. P.; SANTOS, F. A. P.; GUIDI, M. T.; PIRES, A. V.; RIBEIRO, C. V. D. M.; Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa cítrica sobre os parâmetros ruminais e composição do leite de vacas holandesas. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37. 2000. Viçosa. Anais...Viçosa SBZ, 2000.

MERTENS, D. R. Effect of physical characteristics, forage particle size and density on forage utilization. **Proceeding Animal Feed Ingredients. Association Nutrition Symposium. Arlington. p 91. 1986.**

↪ MERTENS, D. R. Factors influencing feed intake in lactating cows: From theory to application using neutral detergent fiber. **Proceeding 46th Georgia Nutrition Conf. P 1. 1985.**

↪ MERTENS, D. R. Large dairy herd management. **Nonstructural and structural carbohydrates. 1992. Cap.25. p. 219-235.**

↪ MERTENS, D. R. Novos conceitos em nutrição: 2^o Sinleite. FDN fisicamente efetivo e seu uso na formulação de rações para vacas leiteiras. Lavras. p. 37-49. 2001.

MIRON, J.; YOSEF, E.; BEN-GHEDALIA, D.; CHASE, L. E.; BAUMAN, D. E.; SOLOMON, R. Digestibility by dairys cows of monosaccharide constituents in total mixed rations containing citrus pulp. **Journal of Dairy Science, Savoy, v.85, n.1, p.89-94, Jan 2002.**

MOULD, F.L.; ORSKOV, E.R.; MANN, S.O. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. **Animal Feed Science e Thechnology, Amsterdam, v.84, n.10, p.15-30, Oct. 1983.**

MOULD, F.L.; ORSKOV, E.R. Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulolysis in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. **Animal Feed Science e Thechnology, Amsterdam, v.84, n.10, p.1-14, Oct. 1983.**

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle. 7. ed. Washington: National Academy Press, 2001.**

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle. 6. ed. Washington: National Academy Press, 1988.**

NOCEK, J. E. Bovine acidosis: Implications on laminitis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.80, n.5, p.1005-1028, May 1997.

NOCEK, J. E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. **Journal of Dairy Science**. Savoy, v.71, n.8, p.2051-2059, Aug. 1988.

NOCEK, J. E.; RUSSEL, J. B. Protein e energy as and integrated system . Relationship of ruminal protein and carbohydrates availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.71, n.8, p.2070-2059, Aug. 1988.

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

OKINE, E. K.; MATHISON, G. M.; HARDIN, R. T. Effects of changes in frequency of reticular contraction on fluid and particulate passage rates in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, n.12, p.3388-3396, Dec. 1989.

ORSKOV, E. R.; McDONALD, T. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.92, n.2, p.499-503, Apr. 1979.

PEREIRA, M.N. Responses of lactating cows to dietary fiber from alfafa or cereal byproducts. 1997. 185p. PHD (Dairy Science)-University of Wisconsin, Madison-USA.

PEREIRA, M. N.; GARRET, E. F.; OETZEL, G. R.; ARMENTANO, L. E. Partial replacement of forage with nonforage fiber sources in lactating cow diets. I. Performance and health. **Journal Dairy Science**, Savoy, v 82, n. 12, p.2716-2729, Dec. 1999.

PINHEIRO, A. D. Níveis de substituição do milho pela polpa de citrus peletizada sobre o desempenho, características de carcaça e digestibilidade de bovinos mestiços confinados. Maringá: UEM, 2000. 40 p. (Tese de Mestrado em Zootecnia).

PINZON, F. J.; WING, J. M.; Effects of citrus pulp in high urea rations for steers. *Journal of Dairy Science*, Savoy, v.59, n.4, p.1100-971, Apr, 1995.

POND, K. P.; ELLIS, W. C.; AKKIN, D. E. Ingestive mastication and fragmentation of forages. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.58, n.6, p.1567-1574, Jun. 1984.

PORCIONATO, M. A. F.; BERCHIELLI, T. T.; FRANCO, G. L.; ANDRADE, P.; BRUNO FILHO, J. R.; AZEVEDO Jr., M. A.; SILVEIRA, R. N.; SOARES, W. V. B. Avaliação dos parâmetros ruminais da polpa cítrica peletizada. 1-Degradação da MS e FDN. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37. Viçosa 2000. *Anais... Viçosa SBZ*, 2000.

PRADO, I. N.; PINHEIRO, A. D.; ALCALDE, C. R.; ZEOULA, L. M. et al., Níveis de substituição do milho pela polpa de citrus peletizada sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos mestiços confinados. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37. Viçosa 2000. *Anais... Viçosa SBZ*, 2000.

RAYBURN, E. B.; FOX, D. G. Variation in neutral detergent fiber intake of holstein cows. *Journal Dairy Science*, Savoy, v 76, n.2 p. 544-554, Feb. 1993.

REINATO, J. D.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; LEME, P. R. et al., Efeito da substituição parcial do milho pela polpa cítrica sobre o pH e nitrogênio amoniacal em dietas contendo dois níveis de subproduto da produção de lisina. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39. Recife. 2002. *Anais... Recife. SBZ*, 2002.

ROCHA FILHO, R. R.; MACHADO, P. F.; D'ARCE, R. D.; FRANCISCO Jr, J. C. Polpa de citros e de milho e a produção de ácidos graxos voláteis no rúmen. *Scientia Agricola*, Piracicaba. v.56, n.2, p.471-477, abr./jun. 1999.

SCHAIBLY, G. E.; WING, J. M. Effect of roughage concentrate ratio on digestibility and rumen fermentation of corn silage-citrus pulp rations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.38, n.3, p.697-701, Mar. 1974.

SOITA, H. W.; CHRISTENSEN, D. A.; MCKINNON, J. J. Influence of particle size on the effectiveness of the fiber in barley silage. **Journal Dairy Science**, Savoy, v. 83, n.10, p.2295-2300, Oct, 2000 .

— SOLOMON, R.; CHASE, L. E.; BEN-GHEDALIA, D.; BAUMAN, D. E. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.83, n.6, p.1322-1329, Jun. 2000.

STERN, M. D.; ZIEMER, C. J. Consider value, cost when selecting nonforage fiber. **Feedstuffs**, Minnesota. V 65, n. 2, p.14-17, Jan. 1993.

STOCK, R.; BRITTON, R. A.; Acidosis in feedlot cattle. In: Scientific update on rumensin/tylan for the professional feedlot consultant. **Elanco animal health**, Indianapolis, IN. P. A1, 1993.

STROBEL, H. J.; RUSSELL, J. B.; Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.69, n.11, p.2941-2947, Nov. 1986.

— SUTTON, J.D.; BINES, J. A.; MORANTI, S. V.; NAPPER, D. J. A comparasion of starchy and fibrous concentrates for milk production, energy utilization and hay intake by friesian cows. **Journal Agriculture Science**. Cambridge. v. 109, n. 2, p. 375-386, Oct, 1987.

SWAIN, S. M.; ARMENTANO, L. E. Quantative elevation of fiber from nonforage sources used to replace alfalfa silage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.77, n.8, p.2318-2331, Aug. 1994.

VAN HORN, H. H.; MARSHALL, S. P.; WILCOX, C. J.; RANDEL, P. F.; WING, J. M. Complete rations for dairy cattle. III. Evaluation of protein percent and quality, and citrus pulp-corn substitutions. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.58, n.8, p.1101-08, Aug. 1975.

VAN SOEST, P. J. Carbohydrates. In: _____ **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. Cap. 11, p.156-176.

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal Animal Science**, Champaign, v 24, n. 3, p.834-843, Mar, 1965.

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**, Savoy, v.74, n.10, p.3583-97, Oct. 1991.

VAN SOEST, P. J.; WINE R. H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds: Determination of plant cell wall constituents. **Journal Association Official Analytical Chemistry**. Gaithersburg. v. 51 p. 780785. 1967.

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**, Savoy, v.74, n.10, p.3583-3597, Oct. 1991.

VAN VUUREN, A.M.; VAN DER KOELEN, C.J.; VROONS-DE BRUIN, J. Ryegrass versus corn starch or beet pulp fiber diet effects on digestion and intestinal amino acids in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.76, n.9, p.2692-2700, Sept. 1993.

WADKWA, D.; BORGIDA, L. P.; DHANOA, M. S.; DEWHURST, R. J.. Rumen acid production from dairy feeds. 2. Effects of diets based on corn silage on feed intake and milk yield. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.84, n.12, p.2730-2737, Dec. 2001.

WALDO, D. R. Effect of forage quality on intake of forage-concentrate interactions. **Journal Dairy Science**. Savoy, v 69, n. 2, p. 617-631, Feb, 1986.

WELCH, J. G.; SMITH, A. M. Effect of beet pulp and citrus pulp on rumination activity. **Journal of Animal Science**. Champaign, v.33, n.2, p. 472-475, Aug. 1971.

WELCH, J. G. Physical parameters of fiber affecting passage from the rumen. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.69, n.10, p.2750-2754, Oct. 1986.

WELCH, J. G. Rumination particule size and passage from the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaing, v.54, n.4, p. 885-88-94, Apr. 1982.

WILLIAMS, P. E. V; STEWART, C. S.; MACDEARMID, A.Diets with chemically treated straw for beef steers effect of rapidly fermentable carboydrate on food utilization, growth and bacterial cellulolysis. **Animal Production**. London, v.42, n. 3, p 327-336, Jun. 1986.

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

WING, J.M. Citrus feedstuffs of dairy cattle. Gainesville: University of Flórida (Bulletin 829) **Agricultural Experiment Station**, IFAS, 25 p., 1982.

ZHU, J. S.; STOKES, S. R.; MURPHY, M. R. Substitution of neutral detergent fiber from forage with neutral detergent fiber from by-products in the diets of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.80, n.11, p.2901-2906, Nov. 1997.

CAPÍTULO I

EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE MILHO POR POLPA CÍTRICA SOBRE O CONSUMO DE NUTRIENTES POR VACAS EM LACTAÇÃO

RESUMO

ANDRADE, Gustavo Augusto. **Efeito da substituição de milho por polpa cítrica sobre o consumo de nutrientes por vacas em lactação.** Lavras : UFLA, 2002. 151p (Tese de Doutorado em Zootecnia-Área de Concentração de Nutrição de Ruminantes).*

O experimento foi realizado na Fazenda Angola, município de Perdões-MG. Foram utilizadas 12 vacas lactantes, 3 primíparas, 3 mestiças (1/2 HZ) e 6 multipáras PCOD, com peso médio de 550kg e idade média de 47,7 meses. Os animais foram mantidos em confinamento, recebendo uma dieta controle, 50% e 100% de substituição de polpa cítrica por milho. O delineamento experimental utilizado foi o de quadrado latino 3X3, sendo utilizados 4 quadrados. Os objetivos deste trabalho foram avaliar os níveis de consumo de matéria seca e as ingestões dos demais constituintes da dieta, dando ênfase à relação entre o consumo de matéria seca com o consumo de fibra em detergente neutro relacionado com o peso vivo, em vacas submetidas a substituição total e parcial de fubá de milho pela polpa cítrica peletizada. O consumo de MS, foi maior para os animais submetidos ao tratamento controle e foi diminuindo na medida da substituição de polpa cítrica por milho. O consumo de matéria seca por peso vivo seguiu a mesma tendência do consumo de matéria seca. O consumo de fibra em detergente neutro por peso vivo foi inverso ao consumo de matéria seca devido à grande quantidade de fibra presente na polpa cítrica. Tomando como referência a IMS, foram calculadas as médias de ingestão de matéria orgânica (IMO), proteína bruta (IPB), extrato etéreo (IEE), carboidrato total (ICHT), carboidrato não estrutural (ICNE), fibra em detergente neutro (IFDN), fibra em detergente ácido (IFDA), amido (IAMI), pectina (IPEC), matéria mineral (IMM), cálcio (ICA) e fósforo (IP). As médias de ingestão de MO, CHT, CNE, PB, EE e AMI seguiram a mesma tendência da IMS, que diminui de acordo com a substituição de milho por polpa cítrica, ocorrendo o inverso para FDN, FDA, PEC, MM, CA, P devido ao teor destes nutrientes na polpa cítrica.

* Comitê Orientador: Júlio César Teixeira - UFLA (Orientador), Paulo César de Aguiar Paiva - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA, Juan Ramon O. Perez - UFLA e Jackson Silva e Oliveira - EMBRAPA.

ABSTRACT

ANDRADE, Gustavo Augusto. **Effect of the replacement of corn by citrus pulp on the nutrient consumption by lactating cows.** Lavras: UFLA, 2002. 151p. (Doctorate thesis in Animal Science - Major - Ruminant nutrition).

The experiment was carried out at the Angola farm, in Perdões town, Minas Gerais. 12 lactating cows were used, 3 primiparous, 3 crossbreds (1/2HZ) and 6 multiparous PCOD, averaging 550 kg LW and 47.7 months of age. The animals were kept in confinement, and fed with a control diet, 50 and 100% of replacement of corn by citrus pulp in the control diet. The experimental design used was 3 x 3 latin square, repeated for three times. The objectives were: evaluate the levels of dry matter intake and the intake of other constituents. Emphasis was given on the relationships of dry matter intake - live weight and the neutral detergent fiber intake - live weight of cows fed with experimental diets. DM intake was greater for the animals receiving the control diet and decreased according to the replacement. Dry matter intake by live weight followed the same trend of dry matter intake. The neutral detergent fiber intake by live weight was inverse to dry matter intake, probably due to the great amount of fiber present in citrus pulp. Taking as reference the DMI, the average intake of crude protein (ICP), ether extract (IEE), total carbohydrate (ITC), non-structural carbohydrate (INSC), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), starch (IS), pectin (IPEC), mineral (IM), calcium (IC) and phosphorus (IP) were calculated. The average intake of OM, TC, NSC, CP, EE and starch followed the same trend of DMI, and decreased according to the replacement of corn by citrus pulp, in opposite to what happened with the NDF, ADF, PEC, MM, Ca and P intake because of the high content in the citrus pulp.

* Guidance Committee: Julio Cesar Teixeira- UFLA (Adviser). Paulo César de Aguiar Paiva - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA. Juan Ramon O. Perez - UFLA e Jackson Silva e Oliveira - EMBRAPA

1 INTRODUÇÃO

Com o grande crescimento da população mundial e as exigências cada vez maiores de alimentos de alto valor protéico como a proteína animal, gerados por alimentos não competitivos para a alimentação humana, houve aumento da utilização de subprodutos na alimentação animal, dentre eles a polpa cítrica. A nutrição de ruminantes é caracterizada por Ter como base a utilização de alimentos volumosos (alimentos frescos, silagens, pré-secados e fenos), alimentos concentrados (grãos de cereais) e também alguns resíduos de culturas, em alguns casos geralmente denominados subprodutos.

A polpa cítrica é um alimento concentrado energético, com alto teor de pectina e cálcio, e com baixa proporção de nitrogênio (PB). É classificada como um concentrado energético, tornando-se um alimento com alto potencial de utilização em dietas para animais de alta exigência nutricional, e é caracterizada como um alimento concentrado rico em fibra; cerca de 85% da energia digestível do milho (Fegeros et al., 1995) utilizado como substitutivo do milho em dietas de ruminantes.

Na substituição de ingredientes energéticos, principalmente o milho, pela polpa cítrica, eleva-se o teor de FDA sem grandes reduções do valor energético da dieta e do seu potencial de consumo, uma vez que na polpa cítrica, o teor de FDN é ligeiramente superior ao de FDA. Se a elevação do FDA fosse feita através do aumento da proporção de volumosos, fatalmente haveria altas reduções no valor de energia digestível da dieta e, provavelmente, queda no consumo, pois os volumosos apresentam valores de FDN bem mais altos do que de FDA (Carvalho,1995). O consumo de alimentos é fundamental para a nutrição porque determina o nível de ingestão de nutrientes e, dessa forma, o desempenho animal (Van Soest, 1994).

O balanceamento de rações por carboidratos pode ser complicado por manter o conteúdo de FDN entre o máximo e o mínimo para a utilização. Em casos de rações contendo o máximo de forragem, algumas vacas no grupo podem não ser capazes de manter o potencial de produção anterior, podendo também decair o nível de produção percentual de gordura em alguns animais. A recomendação máxima de forragem pode resultar em baixo potencial de produção por baixo consumo de MS em alguns grupos de animais. O requerimento crítico do mínimo de FDN de forragens em dietas de vacas de leite lactantes, para providenciar o mínimo de fibra necessária e manter um tamanho de partícula adequada, e a manutenção do ambiente ruminal funcional. O máximo e o mínimo de concentração de fibra na dieta são flexíveis dependendo do teor dos outros nutrientes necessários para um bom balanceamento da dieta (proteína, minerais, e vitaminas), em um nível econômico que seja também avaliado (Mertens, 1992).

Fegeros et al. (1995) avaliaram os efeitos da polpa cítrica como substituto para os grãos de cereais (milho e cevada) na ingestão de matéria seca de ovelhas submetidas a uma dieta rica em polpa cítrica e outra em amido. Os resultados não apontaram diferenças significativas, concluindo os autores que a polpa pode ser utilizada por ovelhas lactantes, em níveis de até 10% da matéria seca total, sem nenhuma perda de consumo para os animais.

Quando vacas leiteiras foram alimentadas com dietas com vários níveis de substituição de fubá de milho por polpa cítrica peletizada não foram descritas diferenças de consumo de matéria seca para os animais (Assis, 2001). Estes resultados confirmam os descritos por Belibasakis e Tsirgogianni (1995), segundo os quais também não ocorreram diferenças nos níveis de consumo entre os animais submetidos aos diferentes tratamentos, com consumos diários médios de 18,7 kg de MS/dia.

As observações de aumento de consumo de matéria seca quando se promove substituição de milho por polpa cítrica na dieta de vacas leiteiras não são descritas na literatura especializada. Alguns trabalhos, como o de Menezes Jr (1999) e Henrique et al. (1998), descreveram queda de consumo em animais que receberam dietas com níveis superiores de polpa cítrica.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar os níveis de consumo de matéria seca e as ingestões dos demais constituintes da dieta, dando ênfase à relação entre o consumo de matéria seca, o consumo de fibra em detergente neutro e a eficiência alimentar em vacas submetidas a substituição total e parcial do milho moído pela polpa cítrica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O experimento foi conduzido na Fazenda Angola, localizada no município de Perdões - MG, a 25 km da cidade de Lavras, em conjunto com o laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O experimento foi iniciado na segunda semana do mês de julho de 2001 e se estendeu até a terceira semana do mês de setembro do mesmo ano.

Lavras localiza-se a 21°14" de latitude sul, 45°00" de longitude oeste, a uma altitude média de 910m, apresentando precipitação anual de 1493,2mm, temperaturas médias das máxima e mínima de 26,00 e 14,66°C, respectivamente. O clima da região é classificado como do tipo CWB (Ometto, 1981), tendo duas estações distintas: chuvosa, de novembro a abril, e seca, de maio a outubro.

2.2 Animais utilizados

Foram selecionadas 12 fêmeas, 9 multíparas (43 a 70 meses), lactantes, com peso aproximado de 550 kg, variando de 500 a 600 kg, e 3 primíparas (38 a 42 meses), lactantes, gestantes, com peso de 475 a 560 kg. Dentre as 9 multíparas, 3 animais eram mestiças (1/2 sangue H/Z) e o restante puro por cruzamento de origem desconhecida (PCOD). Foram levados em consideração o número de dias em lactação (acima de 150 dias); dia médio de gestação de 130 dias no início do experimento (120 – 145 dias) e a produção de leite (acima de 25 kg/dia).

Ao entrar no período experimental, os animais foram pesados e avaliados para condição corporal, o mesmo ocorrendo no final de cada período experimental. Os pesos dos animais foram estimados através da medição do perímetro torácico (método indireto de determinação de peso vivo) e a avaliação da condição corporal foi realizada por metodologia descrita por Wildman et al. (1982), através da qual foram classificados os extremos, atribuindo-se 1 ao animal muito magro e 5 ao animal muito gordo; o escore de condição corporal mínimo foi de 2,5 e o máximo de 3,5. Todas as vacas apresentaram excelentes condições de saúde, não sendo utilizados animais com manifestação clínica de alguma enfermidade ou alguma doença infecto-contagiosa, assim como qualquer distúrbio de origem metabólica.

2.3 Manejo e arraçamento dos animais

Os animais foram alojados em baias individuais com 30 metros quadrados, com comedouro individualizado, cocho de sal e água. As baias foram separadas com cerca de arame liso, com piso de chão batido e cama de areia. Antes de entrarem nas instalações, os animais foram vermifugados contra ecto e endoparasitas.

As dietas experimentais foram as descritas na Tabela 3 e foram fornecidas duas vezes ao dia, sendo 60% após a ordenha da manhã (06:00 hs); e 40% após a ordenha da tarde (16:00 hs); enquanto os animais estiveram na ordenha não foi realizada nenhuma suplementação alimentar. Foi utilizada, como fonte de volumoso, a silagem de milho; o momento de ensilagem foi determinado quando o milho se encontrava com 32% de MS.

Diariamente, pela manhã, o consumo foi medido através da diferença entre a pesagem do alimento fornecido e das sobras deixadas no cocho; foi feito um ajuste no fornecimento da dieta, permitindo 10% de sobras. As sobras foram

coletadas diariamente durante a manhã para a realização da avaliação de consumo dos nutrientes presentes na dieta.

Foram realizadas análises laboratoriais para determinar a composição bromatológica da polpa cítrica, milho grão finamente moído, silagem de milho, concentrados e sobras ao término de cada período experimental, sendo estas análises conduzidas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras.

Estas amostras foram congeladas e estocadas a -20°C e permaneceram assim até o final de cada período experimental, quando foram imediatamente processadas via pré-secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura de 60°C , por 72 horas. Posteriormente, foram moídas em moinho de martelo com peneira de 2mm.

- **Matéria seca (MS):** as análises de MS foram realizadas pelo método de pré secagem em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas e, posteriormente, pelo método de estufa a 105°C , segundo A.O.A.C (1990);
- **Proteína bruta (PB):** Foi estimado o teor de proteína dos alimentos a partir da porcentagem de N, pelo método de micro Kjeldahl, segundo A.O.A.C (1990);
- **Fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina:** Foram determinados pelo método de Goering e Van Soest, (1970);
- **Amido:** foi extraído por hidrólise ácida, segundo técnica da AOAC (1990), e identificado pelo método de Somogy modificado por Nelson (1944);
- **Pectina:** obtida pelo método descrito por Van Soest et al. (1991);
- **Cálcio e fósforo:** foram analisados por calorimetria, segundo Silva (1990);
- **Matéria mineral (MM) :** obtida segundo técnica da AOAC (1990);

O milho e a polpa cítrica foram analisados também quanto ao teor de pectina e amido. Além disso, utilizando a metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), os carboidratos presentes na polpa cítrica e no milho foram obtidas pelas seguintes fórmulas:

Carboidratos totais (CHT): $CHT(\%MS) = 100 - PB(\%MS) - EE(\%MS) - MM(\%MS)$.

Carboidratos não estruturais (CNE): $CNE(\%CHT) = MO - (PB + EE + FDNcp)$,

Em que:

MS = matéria seca; EE = estrato etéreo; PB = proteína bruta; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica, FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para proteína.

2.4 Tratamentos

Os tratamentos foram baseados na substituição do milho pela polpa cítrica peletizada nas rações concentradas. Os níveis de substituição foram 0, 50 e 100%, como apresentado na Tabela 3. A dieta fornecida de forma total foi constituída de silagem de milho e os diferentes alimentos concentrados, como indicado na Tabela 3, com base na matéria seca. A dieta foi calculada de acordo com o NRC (2001) para atender às exigências de vacas adultas, com peso vivo de 550 kg, não gestantes, com produção de 25 kg/dia, com 3,5% de gordura e sem nenhum ganho de peso. Os animais se locomoviam por 50 metros até chegarem à sala de ordenha, após a qual retornavam às suas respectivas baias. Durante o período experimental não ocorreu precipitação pluviométrica e a temperatura média foi abaixo de 24 °C. Durante a formulação das dietas (tratamentos) foram tomados alguns cuidados, como manter a mesma quantidade

de FDN oriundo de forragem em todos os tratamentos, somente variando no FDN de fonte não forrageira (polpa cítrica). Foi necessária a correção do déficit protéico dos tratamentos PC100 e PC50 em relação ao PC0. Devido à pequena diferença do percentual de proteína maior no milho, a polpa cítrica foi corrigido com proteína da mesma origem do tratamento PC0 (glúten de milho).

TABELA 3. Composição percentual dos ingredientes e nutrientes das dietas experimentais

INGREDIENTES	PC0	PC50	PC100
	(0% de polpa)	(50% de polpa)	(100% de polpa)
Silagem de milho,% de MS	54,80	54,85	54,54
Milho moído,% de MS	23,28	11,32	0,00
Polpa cítrica,% de MS	0,00	11,50	22,87
Farelo de soja,% de MS	21,30	21,32	21,20
Glutenose,% de MS	0,00	0,39	0,78
Premix mineral,% de MS	0,56	0,56	0,56
Premix vitamínico,% de MS	0,06	0,06	0,06
FDN,% de MS	24,52	27,96	32,41
FDA,% de MS	14,86	18,17	22,2
NDT	69	68,97	68,85
PB,% de MS	17,28	17,58	18,39
PNDR,% de MS	6,24	6,37	6,72
PDR,% de MS	11,04	11,21	11,67
Ca,% de MS	0,57	0,6	0,68
P,% de MS	0,4	0,4	0,38

2.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o Quadrado Latino, com 3 períodos experimentais, 3 tratamentos e 3 repetições. Os fatores utilizados para a constituição dos blocos foram grau de sangue, ordem de parto e produção de leite 2 dias antes do início do período pré-experimental, sendo que um quadrado latino era constituído de 3 vacas mestiças, outro de 3 primíparas e os restantes de acordo com a idade e produção de leite. Os animais foram selecionados em um rebanho de 107 animais lactantes, sendo assim de fácil confecção dos blocos, tentando torná-los o máximo homogêneos.

Fez-se análise de ingestão de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, estrato etéreo, carboidrato total, carboidrato não estrutural, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, amido, pectina, matéria mineral, cálcio, fósforo, consumo de matéria seca/peso vivo e consumo de fibra em detergente neutro/peso vivo, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + q_l + p_j + t_k + a_i(q_l) + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = é o valor da parcela que recebeu o tratamento k, no período j, no animal i;

μ = média geral;

q_l = efeito do quadrado l com l = 1, 2, 3, 4;

p_j = efeito do período j com j = 1, 2, 3;

t_k = efeito do tratamento k com k = 1, 2, 3;

$a_i(q_l)$ = efeito do animal i dentro de quadrado com i = 1, 2, 3;

e_{ijk} = erro da parcela que recebeu o tratamento k, no período j, no animal i, no quadrado l.

A parcela experimental foi representada por uma unidade (vaca). Os resultados experimentais foram analisados utilizando o procedimento de GLM do SAS (1996) (versão 6.12).

Foram utilizados os contrastes citados no Tabela 4 para avaliar os efeitos de tratamento.

TABELA 4. Contrastes utilizados para determinar as diferenças ocorridas entre os tratamentos relacionados no período experimental

Simbologia	Contrastes
A	PC0 X PC100
B	2 (PC50) X (PC0 + PC100)

* Contrastes obtidos a partir das médias das inferências analisadas durante o período experimental.

2.6 Período experimental

Os períodos experimentais tiveram duração de 21 dias cada. O período pré-experimental, também denominado como período de adaptação foi aquele em que os animais foram alojados aleatoriamente nas baias, durante 14 dias, quando os animais foram adaptados ao novo tratamento (dieta). O período experimental foi aquele em que ocorreu a coleta de dados, iniciando no décimo quinto dia, com duração de 7 dias. Após cada rodada de tratamentos foram repetidas todas as atividades, com novos sorteios dos tratamentos dentro de cada quadrado latino utilizado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados médios de ingestão de matéria seca (MS) são apresentados na Tabela 5, demonstrando que os animais, quando submetidos a dietas de níveis superiores de polpa cítrica, apresentaram ingestões mais baixas de MS do que aqueles que ingeriram as dietas com menor proporção de polpa cítrica ou não a ingeriram.

Estes dados de consumo diferem de alguns pesquisadores (Belibasakis e Tsirgogianni, 1995; Fegeros et al., 1995; Assis, 2001) que, trabalhando com polpa cítrica peletizada na substituição de milho em dietas de ruminantes, não encontraram diferenças significativas de consumo. Outros trabalhos, como os de Henrique et al. (1998), Menezes Jr. (1999) e Solomon et al. (2000), descreveram queda de consumo quando os níveis de substituição de polpa cítrica na dieta foram aumentados, sendo condizentes com os resultados encontrados neste trabalho.

Os consumos mais baixos dos animais que receberam níveis crescentes de polpa cítrica na dieta podem ser explicados pela presença de maior quantidade de FDN e FDA nas dietas que continham o alimento; mesmo com ingestões de MS mais baixas, os consumos de FDN e FDA foram superiores aos dos animais que receberam dietas sem polpa cítrica ou com nível médio de substituição do alimento, como mencionado na Tabela 5.

TABELA 5. Médias de ingestão de matéria seca (IMS), matéria orgânica (IMO), proteína bruta (IPB), extrato etéreo (IEE), carboidrato total (ICHT), carboidrato não estrutural (ICNE), fibra em detergente neutro (IFDN), fibra em detergente ácido (IFDA), amido (IAMI), pectina (IPEC), matéria mineral (IMM), cálcio (ICA) e fósforo (IP) nos diferentes níveis de substituição de polpa cítrica por milho.

ITENS	TRATAMENTOS			CONTRASTES	
	PC0	PC50	PC100		
IMS, Kg/dia ¹	21,53	20,53	19,19	A**	B
IMO, Kg/dia ¹	18,63	18,53	17,83	A**	B
IPB, Kg/dia ¹	3,72	3,61	3,53	A*	B
IEE, Kg/dia ¹	0,74	0,73	0,69	A	B*
ICHT, Kg/dia ¹	14,17	14,14	13,45	A**	B*
ICNE, Kg/dia ¹	8,90	8,40	7,23	A**	B
IFDN, Kg/dia ¹	5,28	5,74	6,22	A**	B
IFDA, Kg/dia ¹	3,20	3,73	4,26	A**	B
IAMI, Kg/dia ¹	38,86	32,09	25,37	A**	B
IPEC, Kg/dia ¹	21,18	23,78	29,18	A**	B
IMM, Kg/dia ¹	1,38	1,48	1,84	A**	B
Imilho, Kg/dia ¹	5,01	2,32	0,00	A**	B
Ipolpa, Kg/dia ¹	0,00	2,36	4,39	A**	B
ICA, g/dia ¹	61	87	140	A**	B
IP, g/dia ¹	67	66	55	A**	B**

¹ Médias estimadas.

As letras A e B representam os contrastes.

A = controle X 100% de substituição

B = 2(50% de substituição X (controle + 100% de substituição))

** P<0,01

*P<0,05

Fontes de fibra não forrageira (caroço de algodão, casquinha de soja, polpa cítrica, polpa de beterraba) têm uma quantidade de FDN quase similar à das forragens, mas tamanhos de partículas diferentes e geralmente menores do que os das forragens. Em vários experimentos, as fontes de fibra não forrageira foram substituídas por forragens ou grãos nas dietas e a IMS foi medida. Quando a IMS é regulada pela distensão do rúmen-retículo, a substituição de fibra não forrageira no lugar de forragens em dietas pode aumentar a IMS; na substituição de grãos, a substituição pode diminuir a IMS pela diferença no processo de enchimento, que seria maior do que o dos grãos. Porém em alguns experimentos a substituição de forragem por fibra de origem não forrageira não descreve os mesmos resultados, como descrito em uma ampla revisão feita por Allen (2000). Quando a forragem foi substituída por uma fonte de fibra não forrageira, ocorreu aumento significativo na IMS em 5 experimentos e decréscimo na mesma em 2 experimentos, em um total de 31 comparações. Quando a comparação foi realizada com substituição por grãos, a IMS aumentou em 8 e decresceu em 2 comparações, em um total de 33 comparações.

Tomando como referência a IMS, foram calculadas as médias de ingestão de matéria orgânica (IMO), proteína bruta (IPB), estrato etéreo (IEE), carboidrato total (ICHT), carboidrato não estrutural (ICNE), fibra em detergente neutro (IFDN), fibra em detergente ácido (IFDA), amido (IAMI), pectina (IPEC), matéria mineral (IMM), cálcio (ICA) e fósforo (IP) (TABELA 6). As médias de ingestão de MO, CHT, CNE, PB, EE e AMI seguiram a mesma tendência de queda da IMS, de acordo com a substituição de milho por polpa cítrica, sendo esta tendência inversa para FDN, FDA, PEC, MM, CA e P.

As maiores ingestões para alguns nutrientes da dieta, que diferem da ingestão de matéria seca, se deve à grande proporção destes na polpa cítrica, concluindo que as dietas que contêm níveis maiores de polpa cítrica, mesmo

com os animais consumindo menor quantidade de MS, têm maiores ingestões desses nutrientes.

Os consumos de amido e pectina são descritos pela predominância destes carboidratos não fibrosos no milho e na polpa cítrica, respectivamente; esta maior proporção de um ou outro carboidrato nos alimentos pode determinar os padrões de fermentação ruminal dos animais e com isto, afetar os níveis de produção de leite e componentes do mesmo.

Os resultados de ingestão de amido e pectina foram de acordo com o esperado; no tratamento controle, o nível de ingestão de amido foi mais alto, seguido da substituição parcial e, posteriormente, da substituição total. Para a ingestão de pectina, o nível de consumo foi o inverso do nível de amido, os animais submetidos aos tratamentos com maiores quantidades de polpa cítrica consumiram mais pectina em relação ao tratamento controle, que não era composto de polpa cítrica.

Os dados de ingestão de matéria seca/kg de peso vivo (Tabela 6) não diferem da projeção das observações das médias da ingestão de matéria seca; os animais que recebem dietas com substituição total e parcial de milho por polpa cítrica têm ingestões mais baixas do que o grupo controle. As IMS/kg de PV foram relativamente altas para animais em terço médio e final de lactação o que se deve à alta produção de leite dos animais e à baixa quantidade de FDN de forragem presente nas dietas oferecidas aos animais.

TABELA 6. Médias de ingestão de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) em relação ao peso vivo (PV)

ITENS	TRATAMENTOS			CONTRASTES	
	PC0	PC50	PC100		
IMS, Kg/dia	21,53	20,53	19,19	A**	B
IMS, % de PV ¹	3,84	3,63	3,43	A**	B
IMS, % de PV ²	4,90	4,30	3,70	A**	B
IMS, % de PM	18,69	17,70	16,68	A**	B
IFDN, Kg/dia	5,28	5,74	6,22	A**	B
IFDN% de PV ¹	1,01	1,04	1,08	A*	B
IFDN, % de PM	4,58	4,95	5,41	A**	B
IFDN/IMS	24,5	27,9	32,42	A**	B

1 O peso vivo foi determinado como sendo a média do peso no início e fim do período de coleta de dados.

2 IMS,% de PV estimada pela fórmula (IMS=120/IFDN).

As médias foram estimadas.

As letras A e B representam os contrastes.

A = controle X 100% de substituição

B = 2(50% de substituição X (controle + 100% de substituição)

** P<0,01

* P<0,05

As ingestões de FDN/% de peso vivo diferem das IMS/kg de PV pelo fato de as dietas experimentais possuírem maiores quantidades de FDN do que a dieta controle. O acréscimo de FDN nas dietas experimentais se deve à grande quantidade de FDN presente na polpa cítrica em relação ao milho, não sendo este FDN de origem forrageira. Mesmo com consumo de MS mais alta no tratamento controle, a ingestão de FDN foi mais baixa.

Os resultados de ingestão de FDN/kg de PV foram um pouco menores do que os de Mertens (1992), que descreve ingestões de FDN/kg de PV para vacas em fase média a final de gestação de 1,24 a 1,08 %, contrastando com os resultados apresentados na TABELA 6.

Devido ao pequeno período de coleta de dados (7 dias), não foi detectada nenhuma diferença entre as avaliações de escore de condição corporal entre os animais submetidos aos diferentes planos nutricionais utilizados. As variações de peso vivo também foram desprezíveis pelo pequeno tempo de avaliação desta característica.

4 CONCLUSÕES

Em vacas leiteiras em lactação que recebem dietas com a substituição parcial e total de milho por polpa cítrica, com a silagem de milho como fonte forrageira, ocorre queda da ingestão de matéria seca e aumento do consumo de fibra em detergente neutro de acordo com o aumento do nível de substituição.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal Dairy Science*. Savoy, v 83, n.7, p.1598-1624, Jul. 2000.

ASSIS, A. J. **Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação**. Viçosa: UFV, 2001. 65 p. (Tese de Mestrado Zootecnia.)

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official Methods of the Association of Official Analytical Chemist**. 15.ed. Washington, 1990. v.1, 684p.

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*, Amsterdam, v.60, n.1-2, p.87-92, July 1996.

CARVALHO, M. P. Citros. In: **SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS**, Piracicaba, 1995. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1995. p.171-214.

FEGEROS, 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*, Savoy, v.78, n.5, p.1116-1121, May 1995.

HENRIQUE, W.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D.; ALLEONI, G. F.; COUTINHO FILHO, J. V.; SAMPAIO, A. A. M. Efeito de diferentes fontes de polpa cítrica peletizada e níveis de concentrado na dieta de novilhas confinadas. In: **Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 35. V 2, Botucatu. 1998. *Anais...* Botucatu. SBZ, p.344-346.1998.

MENEZES Jr, M. P.; SANTOS, F. A. P.; GUIDI, M. T.; PIRES, A. V.; RIBEIRO, C. V. D. M.; **Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa cítrica sobre os parâmetros ruminais e composição do leite de vacas holandesas**. In: **Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 37. Viçosa 2000. *Anais...* Viçosa SBZ, 2000.

MERTENS, D. R. Large dairy herd management. Nonstructural and structural carbohydrates. Cap.25. p. 219-235. 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7. ed. Washington: National Academy Press, 2001.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v.153, n. 2, p.375-80, Dec. 1944.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal.** São Paulo: Ceres, 1981. 421p.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).** 2. ed. Viçosa: UFV, 1990. 165p.


SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D. G., RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.11, p.3562-3577, Nov. 1992.

SOLOMON, R.; CHASE, L. E.; BEN-GHEDALIA, D.; BAUMAN, D. E. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.83, n.6, p.1322-1329, Jun. 2000.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS user's guide.** Statistical edition. Cary: SAS Institute, 1991. 754p.

VAN SOEST, P. J. Carbohydrates. In: ____ **Nutritional ecology of the ruminant.** Ithaca: Cornell University Press, 1994. Cap. 11, p.156-176.

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**, Savoy, v.74, n.10, p.3583-3597, Oct. 1991.



WILDMAN, E.E.; JONES, G.M.; WAGNER, P.E.; BOMAN, R.L.;
TROUTT, H.F.; LESCH, T.N. A dairy cow body condition scoring system and
its relationships to selected production characteristics. **Journal Dairy Science**,
Savoy, v 65, n.3 p.495-501, Mar. 1982.

1974

CAPÍTULO II
PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE

RESUMO

ANDRADE, Gustavo Augusto. **Consumo e eficiência alimentar de vacas lactantes submetidas a substituição parcial e total de milho por polpa cítrica.** Lavras : UFLA , 2002. 151p (Tese de Doutorado em Zootecnia-Área de Concentração de Nutrição de Ruminantes).

O experimento foi realizado na Fazenda Angola, município de Perdões-MG. Foram utilizadas 12 vacas lactantes, 3 primíparas, 3 mestiças (1/2 HZ) e 6 multipáras PCOD, com peso médio de 550kg e idade média de 47,7 meses. Os animais foram mantidos em confinamento, recebendo uma dieta controle, 50% e 100% de substituição de polpa cítrica por milho. Os animais foram ordenhados duas vezes ao dia; o leite foi pesado diariamente e foi retirada uma amostra para a avaliação do teor de gordura e proteína. O delineamento experimental utilizado foi o de quadrado latino 3X3, sendo utilizados 4 quadrados. Os objetivos deste trabalho foram avaliar as diferenças na composição do leite tal como na produção, em vacas submetidas a substituição total e parcial de fubá de milho pela polpa cítrica peletizada. Os animais, quando receberam a dieta com substituição parcial de milho por polpa cítrica, produziram menor quantidade de leite em relação aos demais tratamentos, sendo esta diferença muito pequena. A quantidade e a porcentagem de gordura foi menor para os animais que receberam dietas sem a substituição, os quais produziram mais quando receberam dietas com substituição total. Para a proteína do leite, a quantidade e o percentual foram o inverso do encontrado para a gordura. A avaliação econômica foi mais satisfatória para as dietas que continham níveis de substituição mais altos de milho por polpa cítrica e menos satisfatória para a não substituição. A eficiência de produção de leite por consumo de matéria seca foi maior para os animais que receberam dietas com substituição total e menor para os animais que receberam dietas sem substituição, sendo igual para o leite corrigido para 4% de gordura e sem diferença para a eficiência de produção de proteína do leite pela proteína ingerida.

* Comitê Orientador: Júlio César Teixeira - UFLA (Orientador), Paulo César de Aguiar Paiva - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA, Juan Ramon O. Perez - UFLA e Jackson Silva e Oliveira - EMBRAPA .

ABSTRACT

ANDRADE, Gustavo Augusto. Consumption and feeding efficiency of lactating cows submitted to the part and total replacement of corn by citrus pulp. Lavras. UFLA. 2002. 151p. (Doctorate Thesis in Animal Science – Major – Ruminant Nutrition).*

The experiment was conducted on the Angola farm in the town of Perdões –MG. 12 lactating cow, 3 primiparous, three halfbreds (1/2 HZ) and 6 multiparous PCOD averaging 550 kg and aged , on average, 47.7 months were utilized. The animals were maintained in confinement , feeding a control diet, 50% and 100% of replacement of pulp citrus by corn. The animals were milked twice a day, thge milk was weighted daily and a sample drawn for evaluation of fat and protein content. The experimental design utilized was that of 3 x 3 latin square, 4 squares being utilized. The objectives of this work were to evaluate the differences in the composition of milk such as in yield, in cows submitted to the part and total replacement of corn meal by pelleted citrus pulp. The animals when were given the diet with a part replacement of cornl by citrus pulp yielded less milk relative to the other treatments , this difference being very small. The amount and percentage of fat was less for the animals fed the diets without the replacement and yielded more when fed diets with total replacement. To milk protein, the amount and percent were the inverse of that found for fat.The economical evaluation was more satisfactory for the diets containing higher replacement levels of corn by citrus pulp and worse for non-replacement. animals fed diets The efficiency of milk yield per dry matter consumption was highest for the animals which were given diets with total replacement and worst for animals fed diets without replacement , its being equal to the 4% fat-corrected milk and without difference for efficiency of milk protein yield by intaken protein.

* Guidance Committee: Julio Cesar Teixeira- UFLA (Adviser), Paulo César de Aguiar Paiva - UFLA, Joel Augusto Muniz – UFLA, Juan Ramon O. Perez – UFLA e Jackson Silva e Oliveira – EMBRAPA .

1 INTRODUÇÃO

Os carboidratos são os maiores componentes das dietas de vacas de leite e contribuem com um total aproximado que varia de 60 a 70% da energia líquida utilizada para a produção de leite. Os carboidratos não somente são a maior fonte de energia para vacas leiteiras, mas são precursores de três importantes componentes do leite: lactose, gordura e proteína. A composição química e as características físicas e cinéticas da digestão dos carboidratos afetam a IMS, digestão e utilização da dieta total e nutrientes na glândula mamária para que ocorra uma satisfatória síntese do leite.

O uso de grande quantidade de carboidrato na forma de amido na dieta de ruminantes é conhecido como depressor da concentração de gordura do leite (Grinari et al., 1998). De acordo com esta informação, ocorreu um especial interesse no estudo de polpa cítrica peletizada; tendo como fonte de carboidrato a pectina, para aumentar o teor de gordura do leite, avaliando-se o perfil de fermentação ruminal pela maior relação entre ácido acético e ácido propiônico, relação favorável ao aumento no teor de gordura no leite.

Em experimento realizado por Rocha Filho (1998), no qual foi realizada a substituição de cereais ricos em amido por polpa cítrica, ocorreram maiores concentrações no padrão de fermentação ruminal de ácido acético, sendo este um dos principais precursores da gordura do leite, sugerindo que a polpa cítrica pode auxiliar na manutenção de altas porcentagens de gordura do leite em condições que este ingrediente da dieta seja utilizado.

A polpa cítrica tem sido usada com sucesso nas dietas de vacas em lactação. Nos Estados Unidos, mais de 90% da polpa cítrica seca é utilizada na alimentação destes animais. Em um dos experimentos desenvolvidos no Brasil, Lucci et al. (1975) compararam misturas concentradas nas quais o milho moído

fino foi substituído parcial e totalmente pela polpa seca de laranja; os resultados de produção diária de leite, corrigidos ou não ao teor de 4% de gordura, não foram diferentes entre os tratamentos. Os autores concluíram que o milho desintegrado pode ser totalmente substituído pela polpa seca de laranja, em misturas concentradas para vacas em lactação.

Quando ocorre a substituição de milho por polpa cítrica na dieta de vacas leiteiras ocorre uma maior produção ruminal de ácido acético (Hentges et al., 1966; Loggins et al., 1964) e a relação ácido acético:ácido propiônico aumentou ou se manteve quando a polpa substitui a silagem de milho (Shaibly & Wing, 1975). Estes dados sugerem que a polpa cítrica pode auxiliar a manutenção de altas porcentagens de gordura no leite em condições em que ocorre favorecimento econômico da sua utilização.

Existem resultados que são contraditórios aos resultados descritos anteriormente. Em trabalho realizado por Leiva et al. (2000) com 184 vacas holandesas multíparas divididas em 2 tratamentos, um com uma dieta contendo 20,5% de polpa cítrica peletizada e outra com 19,5% de fubá de milho substituindo a polpa cítrica da dieta anterior, base de matéria seca, a produção de leite corrigido ou não para gordura e proteína foi superior em 1,3 kg de leite/dia (3,9 X 2,6) em favor do tratamento cuja fonte energética era o amido, assim como descrito para proteína e gordura. Sutton et al. (1987), comparando a substituição de amido, por concentrados fibrosos na produção de leite em vacas Friesian, encontraram resultados semelhantes aos descritos anteriormente, com um aumento de 22% na produção de leite, juntamente com depressão na concentração de gordura do leite, quando a dieta era rica em amido e não ocorria a substituição por fonte fibrosa.

Visser et al. (1990), estudando os efeitos de carboidratos estruturais e não estruturais em concentrados para a suplementação de vacas leiteiras,

concluíram que altas produções de leite podem ser obtidas com dietas de alta qualidade e que a composição do leite pode ser manipulada através de mudanças da composição em carboidratos de parte da dieta. No entanto, os autores salientam que são necessárias pesquisas adicionais sobre os efeitos dos diferentes constituintes da parede celular.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar as diferenças na produção e composição do leite em vacas submetidas a substituição total e parcial do milho moído pela polpa cítrica peletizada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Locais e animais utilizados

A avaliação do potencial de produção dos animais alocados no experimento foi realizada na Fazenda Angola, município de Perdões - MG, a 25 km da cidade de Lavras, em conjunto com o laboratório de Análises de Leite e Produtos Lácteos do Departamento de Ciências dos Alimentos, pertencente a Universidade Federal de Lavras (UFLA). O experimento foi iniciado na segunda semana do mês de julho de 2001 e se estendeu até a terceira semana do mês de setembro do mesmo ano.

Foram selecionadas 12 fêmeas, sendo 9 multíparas (46 a 82 meses), lactantes, com peso aproximado de 550 kg, variando de 500 a 600 kg, e 3 primíparas (38 a 42 meses), lactantes, gestantes, com peso de 475 a 560 kg. Dentre as 9 multíparas 3 animais eram mestiços (1/2 sangue HZ) e o restante puro por cruzamento de origem desconhecida (PCOD). Foram levados em consideração o número de dias em lactação (acima de 150 dias), o dia médio de gestação de 130 dias no início do experimento (120 – 145 dias), produção de leite (acima de 25 kg/dia).

Os animais foram alojados em baias individuais com 30 metros quadrados, com comedouros individualizados, cocho de sal e água. As baias foram separadas com cerca de arame liso, com piso de chão batido e cama de areia. Foram realizadas duas pesagens de leite durante a última semana que antecedeu o experimento com o objetivo de avaliar o potencial de produção dos animais para a confecção dos blocos.

Nestas duas semanas que antecederiam o experimento, e durante todo o período experimental os animais foram submetidos a duas ordenhas mecânicas

diárias (tipo balde ao pé), às 4 e 15 horas, nas quais foi realizado o teste com caneca de fundo escuro, teste de CMT duas vezes durante cada período de coleta de dados e uma vez por semana durante o período de adaptação; e às pesagens do leite com as respectivas amostras coletas proporcionais à produção de leite, para as posteriores análises de proteína e gordura. A produção de leite foi registrada individualmente em cada ordenha durante todo o período experimental. As dietas experimentais foram as descritas na Tabela 3 e foram fornecidas duas vezes ao dia.

2.2 Tratamentos

Os tratamentos foram baseados na substituição do milho pela polpa cítrica peletizada, nas rações concentradas. Os níveis de substituição foram 0, 50 e 100%, como apresentado na Tabela 3. A dieta total foi constituída de silagem de milho e os diferentes concentrados tiveram como base a matéria seca. A dieta foi calculado de acordo com NRC (2001) para atender às exigências de vacas adultas com peso vivo de 550 kg, não gestantes, com produção de 25 kg/dia; 3,5% de gordura e sem nenhum ganho de peso. Os animais se locomoviam 50 metros até chegarem à sala de ordenha e, posteriormente, retornavam às suas respectivas baias.

2.3 Avaliações de custo alimentar/litro de leite

Como recomendação de utilização da substituição de milho por polpa cítrica em propriedades leiteiras, foram realizadas avaliações de custo alimentar/litro de leite. Para cada dieta foram realizadas tomadas de preço em uma grande empresa de comércio de rações da região de Uberlândia-MG, com os preços médios de todos os ingredientes da dieta. Além disso, coletaram-se os

preços mínimo e máximo de polpa cítrica e milho de Outubro de 2001 a Outubro de 2002. Os cálculos de custo alimentar por litro de leite produzido foram feitos de acordo com o preço por quilo de cada dieta multiplicado pelo consumo de matéria seca diária e dividido pela produção diária de leite.

2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o Quadrado Latino, com 3 períodos experimentais, 3 tratamentos e 3 repetições. Os fatores utilizados para a confecção dos blocos foram grau de sangue, ordem de parto e produção de leite 2 dias antes do início do período pré-experimental, sendo um quadrado latino era constituído de 3 vacas mestiças, outro de 3 primíparas e os restantes de acordo com a idade e produção de leite. Os animais foram selecionados em um rebanho de 107 animais lactantes, sendo assim, de fácil confecção dos blocos, tentando ao máximo torná-los homogêneos.

O modelo foi:

$$Y_{ijk} = \mu + q_l + p_j + t_k + a_i(q_l) + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = é o valor da parcela que recebeu o tratamento k, no período j, no animal i;

μ = média geral;

q_l = efeito do quadrado l com l = 1, 2, 3, 4;

p_j = efeito do período j com j = 1,2,3;

t_k = efeito do tratamento k com k = 1, 2, 3;

$a_i(q_l)$ = efeito do animal i dentro de quadrado com i = 1, 2, 3;

e_{ijk} = erro da parcela que recebeu o tratamento k, no período j, no animal i, no quadrado l.

A parcela experimental foi representada por uma unidade (vaca). Os resultados experimentais foram analisados utilizando o procedimento de (GLM) do SAS (1996) (versão 6.12) .

Foram utilizados os contrastes citados no Tabela 4 para avaliar os efeitos de tratamento.

2.5 Período experimental

Os períodos experimentais tiveram duração de 21 dias cada. O período pré-experimental, também denominado como período de adaptação, foi aquele em que os animais foram alojados aleatoriamente nas baias, durante 14 dias, quando os animais foram adaptados ao novo tratamento (dieta). O período experimental foi aquele em que ocorreu a coleta de dados, iniciando no décimo quinto dia com duração de 7 dias. Após cada rodada de tratamentos foram repetidas todas as atividades, com novos sorteios dos tratamentos dentro de cada quadrado latino utilizado.

2.6 Coleta de amostras

O leite foi pesado e posteriormente amostrado diariamente, na ordenha da manhã e da tarde, colocado em potes plásticos de 250 ml, acondicionado em caixa de isopor com gelo e levado imediatamente para o Laboratório de Laticínios do Departamento de Ciências dos Alimentos da UFLA, onde foi obtida uma amostra composta pelas coletas da manhã, tarde.

2.7 Análises Químicas

As amostras de leite foram analisadas quanto aos teores de gordura (pelo método butirométrico de Gerber, segundo Brasil (1981) e proteína bruta (pelo método de semi-micro Kjeldahl, segundo AOAC, 1990).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentadas, na Tabela 7, as médias de produção de leite em função da substituição parcial ou total de milho por polpa cítrica. Os animais, quando foram submetidos a dietas com substituição parcial de polpa cítrica por milho, produziram menor quantidade de leite em relação à não substituição ou à substituição total de milho por polpa cítrica. Apesar da ocorrência de diferença estatística na produção de leite entre os animais utilizados nos diversos tratamentos experimentais, esta diferença pode não ser biologicamente significativa devido à pequena variação das médias de produção detectadas entre os animais submetidos aos diferentes tratamentos.

TABELA 7. Médias de produção de leite, leite corrigido para 4% de gordura , % de gordura, produção de gordura kg por dia, % de proteína, produção de proteína kg por dia

ITENS	TRATAMENTOS			CONTRASTES	
	PC0	PC50	PC100		
Produção de leite (kg/dia)	28,81	28,32	28,58	A	B**
Leite corrigido 4% gordura	25,96	26,67	27,99	A**	B
Gordura g/dia	960	1020	1100	A**	B
Proteína kg/dia	0,90	0,85	0,84	A**	B*
% de gordura	3,37	3,62	3,84	A**	B
% de proteína	3,10	3,01	2,97	A**	B

¹ O leite corrigido para 4% de gordura foi determinado pela fórmula = $0,4 * \text{Produção de leite} + (0,15 * \text{Produção de leite} * \text{de gordura})$.

As médias foram estimadas.

As letras A e B representam os contrastes.

A = controle X 100% de substituição.

B = $2(50\% \text{ de substituição} \times (\text{controle} + 100\% \text{ de substituição}))$.

** $P < 0,01$

* $P < 0,05$

A produção de leite corrigido para 4% de gordura foi maior para os animais submetidos à substituição total e, posteriormente, a parcial de milho por polpa cítrica devido ao maior percentual de gordura do leite de vacas submetidas aos planos nutricionais em que ocorriam a substituição. Tomando como referência a pequena diferença entre as produções de leite dos animais submetidos aos diferentes tratamentos, a produção de gordura do leite foi mais afetada pelo percentual de gordura presente no leite do que pela produção de leite. A partir das informações acima mencionadas pode-se concluir que a produção de quilos de gordura foi maior para os animais submetidos a dietas com substituição total e, posteriormente, parcial de milho por polpa cítrica, como indicado na Tabela 7.

O percentual de proteína do leite variou inversamente com o percentual de gordura do leite; os animais que receberam o tratamento controle produziram percentualmente mais proteína no leite que os que receberam a substituição parcial e estes, mais do que os que receberam substituição total de milho por polpa cítrica. A produção de proteína do leite foi maior para os animais submetidos à dieta controle, não obtendo diferença significativa entre os dois níveis de substituição.

Solomon et al. (2000) encontraram, em animais que receberam dietas com alta quantidade de polpa cítrica peletizada, similares produções de leite quando foram comparados com vacas recebendo dietas de grande quantidade de milho. Van Horn et al. (1975) avaliaram a polpa cítrica como um substituto do milho moído em níveis de 8 ou 43% na matéria seca total. A produção de leite também não foi influenciada pelo nível de polpa, mas o leite corrigido para sólidos e gordura foi maior com a concentração mais alta de polpa em substituição ao milho. Belibasakis e Tsirgogianni (1996) estudaram os efeitos da substituição da polpa cítrica por milho mais polpa de beterraba; as produções diárias de leite e o leite corrigido para 4% de gordura foram mais altos com a

dieta contendo polpa cítrica, porém as diferenças não foram significativas. No entanto, a produção e o teor de gordura no leite foram significativamente mais altos. Os resultados de Fegeros et al. (1995) não apontaram diferenças significativas, para ovelhas lactantes, em níveis de até 10% da matéria seca total, sem nenhum decréscimo na produção de leite. Trabalhando com níveis de substituição de 0, 33, 66 e 100% de polpa cítrica por milho grão, Assis (2001), utilizando vacas com 20 litros de produção de leite, não encontraram diferença significativa nas produções de leite e teores de gordura e proteína e, conseqüentemente, também nas produções de gordura e proteína do leite.

Devido à diferença de produção de leite entre os animais submetidos aos diferentes tratamentos ter sido pequena, foi realizada uma análise de custo alimentar por litro de leite produzido. O custo alimentar por litro de leite produzido foi menor para o nível de substituição total de milho por polpa cítrica em relação à não substituição nos níveis mínimo, médio e máximo de preço do milho e da polpa cítrica (Tabela 8). De acordo com os dados apresentados, os custos diferem em maior escala quando o preço dos ingredientes avaliados estão mais altos e, conseqüentemente, diminui a diferença dos custos quando os preços estão mais baixos.

Pela menor produção de leite dos animais quando submetidos à substituição parcial, mesmo com o preço da polpa cítrica sendo menor do que o do milho em todas as faixas de avaliação, as diferenças de custo por litro de leite produzido são pouco satisfatórias em relação à substituição total quando comparadas à não substituição ou ao tratamento controle.

TABELA 8. Médias de produção de leite, leite corrigido para 4% de gordura , % de gordura, produção de gordura kg por dia, % de proteína, produção de proteína kg por dia

ITENS	TRATAMENTOS			CONTRASTES	
	PC0	PC50	PC100		
Preço mínimo (custo kg MS/Lt) ¹	0,1411	0,1370	0,1196	A**	B**
Preço médio (custo kg MS/Lt) ¹	0,1668	0,1572	0,1425	A**	B*
Preço máximo (custo kg MS/Lt) ¹	0,1904	0,1745	0,1533	A**	B
Pagamento US\$ ²	7,8978	7,7319	7,8321		

¹ O valores foram calculados com os preços médios dos ingredientes variando apenas os valores da polpa cítrica e do milho. Foram utilizados os valores de preço por kg de dieta vezes o consumo de matéria seca dividido pela produção de leite.

² (Produção de gordura * 1,5432) + (Produção de proteína * 4,1888) + ((Produção de leite - Produção de gordura - Produção de proteína) * 0,0982)

As médias foram estimadas.

As letras A e B representam os contrastes.

A = controle X 100% de substituição

B = 2(50% de substituição X (controle + 100% de substituição)

** P<0,01

* P<0,05

Para o pagamento de leite realizado nos Estados Unidos, em que se leva em consideração a quantidade de sólidos produzidos, principalmente a produção de proteína do leite, foi detectado maior retorno econômico quando os animais receberam a dieta controle.

Na Tabela 9 são apresentados os dados de eficiência de produção de leite por consumo de matéria seca. Devido à produção de leite ter sido elevada para animais submetidos aos diversos tratamentos, ocorreu uma alta eficiência de conversão. Esta alta eficiência, quando os animais foram submetidos à substituição total de milho por polpa cítrica, foi detectada no maior nível de

produção por consumo. As diferenças de eficiência entre os animais quando submetidos a não substituição versus a substituição total, se deve ao menor consumo de matéria seca quando ocorreu substituição total.

TABELA 9. Médias de eficiência de produção de leite por kg de matéria seca consumida, produção de proteína de leite por consumo de proteína bruta, produção de leite corrigido para 4% de gordura por consumo de matéria seca .

ITENS	TRATAMENTOS			CONTRASTES	
	PC0	PC50	PC100		
Eficiência ¹ (kg leite/kg MS)	1,46	1,45	1,50	A*	B
Eficiência protéico% ² (PB leite/kg CPB)	22,4	21,7	21,8	A	B
EficiênciaLC4%G ³ (kgleite4%G/kg MS)	1,30	1,36	1,48	A**	B

¹ Médias estimadas pela relação entre produção de leite pelo consumo de matéria seca.

² Médias estimadas pela relação entre a produção de proteína no leite em quilos pelo consumo de proteína bruta.

³ Médias estimadas pela relação entre a produção de leite corrigido para 4% de gordura pelo consumo de matéria seca.

As médias foram estimadas.

As letras A e B representam os contrastes.

A = controle X 100% de substituição

B = 2(50% de substituição X (controle + 100% de substituição)

** P<0,01

* P<0,05

A eficiência protéica é medida pela produção de proteína do leite dividida pela ingestão de proteína bruta, sendo níveis de 20% bastante satisfatórios. A eficiência protéica dos animais submetidos a todas as dietas experimentais foram acima de 20%, porém não diferiram entre si. Para a não

substituição, os níveis foram um pouco superiores, lembrando que não foram detectadas maiores ingestões de proteína bruta para os animais submetidos às diferentes dietas experimentais.

A eficiência da produção de leite corrigido para 4% de gordura foi maior para os animais que consumiram dietas com substituição total de polpa cítrica em relação ao milho e posteriormente à substituição parcial em relação à não substituição. Estes dados se devem ao maior percentual de gordura do leite produzido quando os animais foram alimentados com substituição total e posterior substituição parcial em relação à não substituição. Os consumos de matéria seca seguiram inversamente esta tendência, assim contribuindo para acentuar a diferença entre a eficiência de produção de leite corrigido para 4% de gordura em relação ao consumo de matéria seca.

4 CONCLUSÕES

A substituição de milho por polpa cítrica mostrou-se mais eficiente economicamente do que o milho, mesmo com as pequenas diferenças de produção de leite a favor da não substituição de milho. A produção de leite corrigido para gordura e a produção de gordura são maiores para animais que recebem dietas com níveis crescentes de polpa cítrica. A produção de proteína do leite é maior para os animais que recebem dieta com milho do que quando os mesmos recebem dietas com níveis crescentes de polpa cítrica.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, A. J. **Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação**. Viçosa: UFV, 2001. 65 p. (Tese de Mestrado Zootecnia.)

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official Methods of the Association of Official Analytical Chemist**. 15.ed. Washington, 1990. v.1, 684p.

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**, Amsterdam, v.60, n.1-2, p.87-92, July 1996.

BRASIL. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**. II. Métodos físicos e químicos. Brasília, 1981.

FEGEROS, K.; ZERVAS, G.; STAMOULI, S.; APOSTOLAKI, E. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.78, n.5, p.1116-1121, May 1995.

GRIINARI, J. M.; DWYER, D. A.; MCGUIRE, M. A.; BAUMAN, D. E.; PALMQUIST, D. L.; NURMELA, K. V. V. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.81, n.4, p.1251-1261, April 1998.

HENTEGES, J. F.; MOORE, J. E.; PALMER, A. Z.; CARPENTER, J. W. Replacement value of dried citrus meal in beef cattle diets. **Agriculture Experiment Station Technology Bulletin**. p-708. 1966.

LEIVA, E.; HALL, M. B.; VAN HORN, H. H.; Performance of dairy cattle feed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.83, n.12, p.2866-2875, Dec. 2000.

LOGGINS, P. E.; AMMERMEN, C. B.; MOORE, J. E.; SIMPSON, C.F.; Addition of long hay and sodium bicarbonate to pelleted and meal lamb diets high in citrus pulp. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.36, n.6, p.1175-80, Jun. 1973.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington: National Academy Press, 2001.

ROCHA FILHO, R. R.; MACHADO, P. F.; D'ARCE, R. D.; FRANCISCO Jr., J. C. Polpa de citros e de milho e a produção de ácidos graxos voláteis no rúmen. **Scientia Agricola**, Piracicaba. v.56, n.2, p.471-477, abr./jun. 1999.

SCHAIBLY, G. E.; WING, J. M. Effect of roughage concentrate ratio on digestibility and rumen fermentation of corn silage-citrus pulp rations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.38, n.3, p.697-701, Mar. 1974.

SOLOMON, R.; CHASE, L. E.; BEN-GHEDALIA, D.; BAUMAN, D. E. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.83, n.6, p.1322-1329, Jun. 2000.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS user's guide**. Statistical edition. Cary: SAS Institute, 1991. 754p.

SUTTON, J.D.; BINES, J. A.; MORANTI, S. V.; NAPPER, D. J. A comparasion of starchy and fibrous concentrates for milk production, energy utilization and hay intake by friesland cows. **Journal Agriculture Science**. Cambridge, v. 109, n. 2, p. 375-386, Oct, 1987.

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

VISSER, H.; VAN DER TOGT, P. L.; TAMMINGA, S. Structural and non-structural carbohydrates in concentrate supplements of silage-based dairy cow rations. 1. Feed intake and milk production. **Netherlands Journal of Agricultural Science**. Wageningen, v.38, n. 3, p.487-498, Sept. 1990.

CAPÍTULO III
PADRÃO DE FERMENTAÇÃO RUMINAL E DE EFETIVIDADE DE
FIBRA

RESUMO

ANDRADE, Gustavo Augusto. Consumo e eficiência alimentar de vacas lactantes submetidas a substituição parcial e total de milho por polpa cítrica. Lavras : UFLA , 2002. 151p (Tese de Doutorado em Zootecnia-Área de Concentração de Nutrição de Ruminantes)*.

O experimento foi realizado na Fazenda Angola, município de Perdões-MG. Foram utilizadas 12 vacas lactantes, 3 primíparas, 3 mestiças (1/2 HZ) e 6 multipáras PCOD, com peso médio de 550kg e idade média de 47,7 meses. Os animais foram mantidos em confinamento, recebendo uma dieta controle, 50% e 100% de substituição de polpa cítrica por milho. A atividade alimentar dos animais foi realizada com intervalo de 5 minutos durante 24 horas, nos 3 períodos experimentais. As observações foram de ruminação, ingestão, inatividade bucal e consumo de água; também foi realizada punção ruminal para a aferição do pH ruminal. O delineamento experimental utilizado foi o de quadrado latino 3X3, sendo utilizados 4 quadrados. Os objetivos deste trabalho foram avaliar o comportamento alimentar e o padrão de fermentação ruminal, em vacas submetidas a substituição total e parcial de fubá de milho pela polpa cítrica peletizada. Não foi detectada diferença entre os parâmetros de ingestão de acordo com os níveis de substituição em relação ao tratamento controle, apenas o tempo gasto com consumo de kg de FDN foi menor para os animais quando receberam dietas com substituição total de milho por polpa cítrica. O tempo gasto para a ruminação e de kg de FDN foi menor para os animais que recebiam dieta com substituição total. A eficiência de ruminação foi maior para os animais quando recebiam dietas com nível de substituição total. O tempo de inatividade bucal foi maior para os animais quando recebiam o tratamento com nível de substituição total. Não ocorreu diferença entre o pH ruminal dos animais quando submetidos a qualquer um dos tratamentos experimentais utilizados.

* Comitê Orientador: Júlio César Teixeira - UFLA (Orientador), Paulo César de Aguiar Paiva - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA, Juan Ramon O. Perez - UFLA e Jackson Silva e Oliveira - EMBRAPA .

ABSTRACT

ANDRADE, Gustavo Augusto. Consumption and feeding efficiency of lactating cows submitted to part and total replacement of corn by citrus pulp. Lavras: UFLA, 2002. 151p. (Doctorate Thesis in Animal Science – Major-Ruminant Nutrition).*

The experiment was conducted on the Angola Farm, town of Perdões-MG. 12 lactating cows were utilized, 3 primiparous, 3 halfbreds (1/2 HZ) and 6 multiparous PCOD, averaging 550 kg and aged, on average, 47.7 months. The animals were maintained in confinement, feeding a control diet, 50% and 100% of replacement of citrus pulp by corn. The behavior of the feeding activities of the animals was performed with 5 minute intervals for 24 hours in the three experimental periods. The observations were of rumination, intake, mouth inactivity and water consumption, also ruminal puncture was proceeded for measurement of ruminal pH. The experimental design utilized was that of 3 x 3 latin square, 4 squares being utilized. The objectives of this work were to evaluate the feeding behavior and the pattern of ruminal fermentation in cows submitted to the total and part replacement of corn meal by pelleted citrus pulp. No differences were detected among the intake parameters according to the replacement levels relative to the control treatment, only the time spent with consumption of kg of NDF was shorter for the animals fed a diet with total replacement. The time spent for rumination and kg of NDF was shorter for the animals were given a diet with total replacement. The rumination efficiency was greater for greater from the animals when they were given diets with total replacement. The time of mouth inactivity was longer for the animals when they were given the treatment with total replacement. No differences occurred among the animals' ruminal pH when submitted to any of the experimental treatments utilized.

* Guidance Committee: Julio Cesar Teixeira- UFLA (Adviser), Paulo César de Aguiar Paiva - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA, Juan Ramon O. Perez - UFLA e Jackson Silva e Oliveira - EMBRAPA .

1 INTRODUÇÃO

Com as novas exigências da indústria leiteira brasileira e a adoção cada vez maior de alimentos alternativos para a alimentação de vacas leiteiras, tornou-se imprescindível o conhecimento mais profundo da participação de subprodutos na dieta e sua dinâmica de fermentação nos ruminantes. Estudos recentes (Allen, 1997; Mertens, 1997; Pereira e Armentano, 2000; Soita, 2000; Hall, 2000) têm sido realizados para descrever as relações entre o animal e o alimento que este ingere. Dentre estes estudos destacam-se aqueles em que se descreve o valor físico e efetivo da fibra que o animal recebe, o perfil de fermentação, principalmente dos carboidratos, e os produtos advindos da fermentação, com as suas relações com a dieta.

A fração do carboidrato não fibroso da dieta de ruminantes pode mudar grandemente em dietas de baixa ingestão de forragens e alta de subprodutos fibrosos, principalmente para animais de alta exigência nutricional. Em algumas dietas a pectina pode ser o carboidrato não fibroso, componente principal desta fração. Pectina é muito solúvel em detergente neutro e não está covalentemente ligada com outros componentes da parede celular. Está presente em grande quantidade na polpa cítrica, polpa de beterraba e alfafa e praticamente ausente em gramíneas e silagem de milho (Van Soest, 1992).

Carboidratos solúveis em detergente neutro variam em suas características de fermentação e digestão, incluindo o perfil metabólico dos seus nutrientes produzidos. Fermentação ruminal de mono e oligossacarídeos (açúcares) e amido tende a produzir mais ácido propiônico em relação ao ácido acético e pode produzir ácido láctico (Leiva et al. 2000). Em contraste carboidratos solúveis em fibra em detergente neutro, tais como substâncias pectínicas, tendem a produzir mais ácido acético do que ácido propiônico e

geralmente não produzem quantidades apreciáveis de ácido láctico (Ben-Ghedalia et al, 1989; Marounek et al, 1985; Strobel e Russell, 1986). As fontes de carboidratos, com exclusão do amido e carboidratos solúveis, são degradadas apenas por enzimas bacterianas presentes no rúmen.

O pH afeta a digestão de forragem no rúmen; portanto, para haver o máximo de aproveitamento de forragem, este deve ser maior do que 6,0. A manutenção do padrão de fermentação ruminal quando se utiliza a polpa cítrica peletizada na alimentação animal se explica pelo menor teor de amido da polpa cítrica em relação ao do milho e pela maior concentração de pectina (Van Soest, 1994) que apresenta alta e rápida degradação ruminal, deixando como produto de sua fermentação elevada concentração de ácido acético. A maior relação acetato/propionato apresenta menor capacidade de redução de pH ruminal quando comparado com a altas produções de ácido láctico e propriônico.

Vacas leiteiras requerem uma mínima quantidade de fibra para otimizar a saúde e obter máxima produção de leite. Quando alimentos são fermentados no rúmen, microorganismos produzem ácidos na fermentação, com posterior queda no pH ruminal. Quando ocorre grande fermentação no rúmen, que é requerida para máxima produção de proteína microbiana no mesmo, a fermentação do alimento e a produção de ácidos, com sua posterior remoção, é essencial para o equilíbrio necessário para a sua neutralização (Allen, 1997). Capacidade tamponante da digesta ruminal é determinada largamente pelo tempo total de mastigação porque vacas secretam mais tamponante via saliva durante a atividade de mastigação (Allen e Oba, 1996). Efeito físico do FDN tem sido definido como uma fração do alimento que estimula a mastigação (Allen, 1997) e é um importante parâmetro para a formulação de dietas de vacas de leite, sendo um potencial efeito sobre a fermentação ruminal.

Segundo Stern e Ziermer (1993), fibra efetiva pode ser definida como a capacidade da fibra em estimular a ruminação, salivação, produção de ácido acético ruminal e, conseqüentemente, percentual de gordura do leite. Diversos métodos são utilizados para estimar a efetividade da fibra como relativo sucesso. Entre eles salientam-se o tempo de mastigação, a relação acetato/propionato no rúmen e o teor de gordura do leite.

Bhattacharia & Hard (1973) realizaram a substituição de milho por polpa cítrica na dieta de carneiros em proporções que variaram de 0 a 60% do total da dieta. Os valores de pH ruminal não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. Os dados encontrados na literatura são discordantes sobre os efeitos da polpa cítrica no pH ruminal.

A partir das informações contidas na literatura especializada propôs-se, como objetivo deste trabalho, fornecer subsídios que possam auxiliar na elucidação do perfil de fermentação da pectina, tendo como fonte a polpa cítrica, e seu comportamento como agente auxiliar na prevenção de acidose ruminal de vacas leiteiras em lactação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Locais

O experimento foi conduzido na Fazenda Angola, localizada no município de Perdões - MG, a 25 km da cidade de Lavras. Iniciado na segunda semana do mês de julho de 2001, e se estendeu até a terceira semana do mês de setembro do mesmo ano. Em conjunto com a coleta de dados foram realizadas as análises laboratoriais e estatísticas nos departamentos de Zootecnia e Ciências Exatas da Universidade Federal de Lavras.

Lavras localiza-se a 21°14" de latitude sul, 45°00" de longitude oeste, a uma altitude média de 910m, apresentando precipitação anual de 1493,2mm; temperatura média das máximas e mínimas de 26,00 e 14,66°C, respectivamente. O clima da região é classificado como do tipo CWB (Ometto, 1981), tendo duas estações distintas: chuvosa de novembro a abril e seca de maio a outubro.

2.2 Preparo do volumoso

Foi utilizada, como fonte de volumoso, a silagem de milho cultivado na mesma propriedade em que o experimento foi conduzido. O momento de ensilagem foi determinado quando o milho se encontrava com 32% de MS. Para o corte, utilizou-se uma ensiladeira mecânica, obtendo-se um tamanho de partícula média de 2,0 cm. O modelo do silo empregado foi o de trincheira com capacidade para 200 toneladas (comprimento, largura e altura de 40,0 , 5,0 e 2,0 metros, respectivamente).

2.3 Animais utilizados

Foram selecionadas 12 fêmeas, sendo 9 multíparas (46 a 82 meses), lactantes, com peso aproximado de 550 kg, variando de 500 a 600 kg, e 3 primíparas (38 a 42 meses), lactantes, gestantes, com peso de 475 a 560 kg. Dentre as 9 multíparas, 3 animais eram mestiços (1/2 HZ) e o restante, puro por cruzamento de origem desconhecida (PCOD).

2.4 Manejo e arração dos animais

Os animais foram alojados em baias individuais com 30 metros quadrados, com comedouro individualizado, cocho de sal e água. As baias foram separadas com cerca de arame liso, com piso de chão batido e cama de areia. Antes de entrarem nas instalações, os animais foram vermifugados contra ecto e endoparasitas. Não foi fornecida nenhuma suplementação alimentar para os animais durante a ordenha.

As dietas experimentais foram as descritas na Tabela 3, e foram fornecidas duas vezes ao dia, sendo 60% no arração na parte da manhã e 40% no arração na parte da tarde, enquanto os animais estavam na ordenha. Diariamente, pela manhã, o consumo foi medido através da diferença entre a pesagem do alimento fornecido e das sobras deixadas no cocho; foi realizado um ajuste no fornecimento da dieta, permitindo 10% de sobras. As sobras foram coletadas diariamente durante a manhã para a realização da avaliação de consumo dos nutrientes presentes na dieta.

Foram realizadas análises laboratoriais para determinar a composição bromatológica da polpa cítrica, milho grão, silagem de milho e demais constituintes da dieta para promover a formulação. Semanalmente analisou-se o teor de MS da silagem para os devidos ajustes da dieta, estas análises foram

conduzidas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras.

2.5 Tratamentos

Os tratamentos foram baseados na substituição do milho pela polpa cítrica peletizada, nas rações concentradas. Os níveis de substituição foram 0, 50 e 100%, como apresentado na Tabela 3. A dieta total foi constituída de silagem de milho e dos diferentes concentrados, como indicado na Tabela 3, com base na matéria seca. A dieta foi calculado de acordo com NRC (2001) para atender as exigências de vacas adultas, com peso vivo de 550 kg, não gestantes, com produção de 25 kg/dia, 3,5% de gordura e sem nenhum ganho de peso durante o período experimental.

Durante a formulação das dietas (tratamentos) foram tomados alguns cuidados, como manter a mesma quantidade de FDN oriundo de forragem em todos os tratamentos, somente variando no FDN de fonte não forrageira (polpa cítrica e milho). A correção do déficit protéico entre os tratamentos ocorreu devido à pequena diferença do percentual de proteína maior no milho. A polpa cítrica foi corrigida com proteína da mesma origem do tratamento PC0 para os tratamentos PC50 e PC100 (glúten de milho).

2.6 Avaliação de parâmetros ruminais.

2.6.1 Atividade de mastigação

A atividade de mastigação foi determinada por observação visual da atividade bucal de cada animal, a cada 5 minutos, durante um período contínuo de 24 horas, no dia 6 do período de coleta de dados. As atividades bucais

consideradas foram de ingestão, ruminação, ingestão de água e inatividade bucal. O tempo de mastigação é a soma dos tempos de ingestão e de ruminação (min/dia). Os tempos de mastigação (ingestão e ruminação) por unidade de matéria seca consumida foram calculados utilizando a quantidade consumida de matéria seca no dia da determinação da atividade mastigatória. Durante o período de avaliação da atividade mastigatória, as instalações ficaram levemente iluminadas para a melhor visualização da atividade bucal dos animais. A atividade mastigatória durante a ordenha não foi mensurada e não foi incluída no total do dia. As vacas retornaram as suas instalações logo após a ordenha para a continuação da determinação da avaliação da atividade mastigatória durante o dia. O tempo de mastigação/kg de MS consumida foi calculado com o consumo de MS durante o dia da atividade mastigatória observada.

2.6.2 Ambiente ruminal

Foi realizada punção de líquido ruminal no saco ventral de todos os animais, no dia 7 da coleta de dados e imediatamente após a coleta do fluido ruminal, em todos os períodos de coleta de dados. A punção foi realizada em uma área de 10 cm², localizada entre 10 a 15 cm caudoventral da articulação coxofemural e à mesma distância e posição da última costela; na região foi realizada antissepsia com álcool iodado antes e após a realização do procedimento. A coleta foi realizada 4 horas após a realização do arraçamento da tarde, e conseqüentemente após a realização da última ordenha do período experimental, para minimizar a influência no consumo e produção de leite. Mesmo com estes cuidados ocorreu efeito sobre a ingestão de alimentos no dia posterior. O pH foi determinado através de um potenciômetro portátil, devidamente calibrado, segundo Silva (1990). Posteriormente à coleta, 2 ml de fluido ruminal foram congelados em nitrogênio líquido, posteriormente

armazenados em um congelador a -20°C para a determinação do perfil de AGV's.


As determinações quantitativas e qualitativas dos ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico) foram realizadas com uso de cromatografia gasosa, conforme metodologia descrita por Erwin et al. (1961).

Foi utilizado um cromatógrafo a gás, modelo GC- 17A (SHIMADZU), equipado com coluna CAPILAR (NUKOL), com detector de chamas, injetor a 200°C e detector a 250°C , com uma taxa de elevação de 10°C por minuto, totalizando 180°C em um tempo de detecção de 8 minutos (os gases utilizados foram nitrogênio como gás de arraste e combustível da chama hidrogênio e ar sintético).

Foram determinadas as concentrações dos ácidos graxos voláteis a partir da injeção de 1 microlitro de amostra com taxa de SPLIT de 25 e os resultados foram obtidos através de um integrador que utilizou a solução padrão como base para a determinação das concentrações. Para a realização dos cálculos, as amostras foram comparadas a uma solução padrão contendo 63,5% de ácido acético, 21% de ácido propiônico e 9% de ácido butírico. Os resultados foram obtidos através do uso de um software que fazia o papel de integrador.

2.6.3 Período experimental

Os períodos experimentais tiveram duração de 21 dias cada. O período pré-experimental, também denominado como período de adaptação foi aquele em que os animais foram alojados aleatoriamente nas baias, durante 14 dias, quando os animais foram adaptados ao novo tratamento (dieta). O período experimental foi aquele em que ocorreu a coleta de dados, iniciando no décimo quinto dia, com duração de 7 dias. Após cada rodada de tratamentos foram



repetidas todas as atividades com novos sorteios dos tratamentos dentro de cada quadrado latino utilizado.

2.6.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o Quadrado Latino, com 3 períodos experimentais, 3 tratamentos e 3 repetições. Os fatores utilizados para a confecção dos blocos foram grau de sangue ordem de parto e produção de leite 2 dias antes do início do período pré-experimental, sendo que um quadrado latino era constituído de 3 vacas mestiças, outro por 3 primíparas e os restantes de acordo com a idade e produção de leite. Os animais foram selecionados em um rebanho de 107 animais lactantes, sendo assim de fácil confecção dos blocos, tentando ao máximo torná-los homogêneos.

Análise dos parâmetros de atividade de mastigação: ingestão de matéria seca, ingestão de fibra em detergente neutro, porcentagem de fibra em detergente neutro na dieta, ingestão alimentar por hora, ingestão alimentar por minuto, fases diárias de ingestão, duração de cada fase em minutos, minutos gastos para a ingestão de cada kg de matéria seca, minutos gastos para a ingestão de cada kg de fibra em detergente neutro, ingestão de MS por cada refeição, ruminação por hora, ruminação por minuto, fases diárias de ruminação, duração de cada fase em minutos, minutos gastos para a ruminação de cada kg de matéria seca, minutos gastos para a ruminação de cada kg de fibra em detergente neutro, eficiência de ingestão em gramas de matéria seca por hora, eficiência de ruminação em gramas de matéria seca por hora, eficiência de ruminação em gramas de fibra em detergente neutro por hora, horas de mastigação gastas por dia, ócio alimentar em horas, ócio alimentar por minutos, fases de ócio em minutos, numero de fases por dia, ingestão de água em horas, ingestão de água

em minutos, fases de ingestão de água em minutos, número de fases por dia e pH ruminal.

O modelo foi:

$$Y_{ijk} = \mu + q_l + p_j + t_k + a_i(q_l) + e_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijk} = é o valor da parcela que recebeu o tratamento k, no período j, no animal i;

μ = média geral;

q_l = efeito do quadrado l com l = 1, 2, 3, 4;

p_j = efeito do período j com j = 1,2,3;

t_k = efeito do tratamento k com k = 1, 2, 3;

$a_i(q_l)$ = efeito do animal i dentro de quadrado com i = 1, 2, 3;

e_{ijk} = erro da parcela que recebeu o tratamento k, no período j, no animal i, no quadrado l.

A parcela experimental foi representada por uma unidade (vaca). Os resultados experimentais foram analisados utilizando o procedimento de (GLM) do SAS (1996) (versão 6.12).

Foram utilizados os contrastes citados no Tabela 4 para avaliar os efeitos de tratamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados, na Tabela 10 os dados médios de ingestão de matéria seca (MS), ingestão de fibra em detergente neutro (FDN) e o percentual da MS de FDN presente na dieta consumida, demonstrando que os animais, quando submetidos a dietas de níveis superiores de polpa cítrica, apresentaram ingestões mais baixas de MS do que aqueles que ingeriram as dietas com menor proporção de polpa cítrica ou não ingeriram a mesma. A ingestão de FDN foi maior para os animais que consumiam dietas com maiores níveis de polpa cítrica devido à influência do maior percentual de FDN presente nestas dietas consumidas. A ingestão de MS influenciou menos o consumo de FDN do que o percentual do mesmo presente na dieta. Estes dados de consumo foram apresentados para auxiliar na compreensão dos padrões da atividade de mastigação dos animais.

TABELA 10. Médias de ingestão de matéria seca (IMS), fibra em detergente neutro (IFDN) e percentual de fibra em detergente neutro presentes nos diferentes níveis de substituição de polpa cítrica por milho.

ITENS	TRATAMENTOS			CONTRASTES	
	PC0	PC50	PC100		
IMS, Kg/dia ¹	21,53	20,53	19,19	A**	B
IFDN, Kg/dia ¹	5,28	5,74	6,22	A**	B
% FDN ²	26,38	28,72	31,81	A**	B

¹ Ingestões de matéria seca e fibra em detergente neutro em kg por dia.

² Percentual de fibra em detergente neutro presente nas diferentes dietas. (Calculada ou analisada).

Médias estimadas.

As letras A e B representam os contrastes.

A = controle X 100% de substituição.

B = 2(50% de substituição X (controle + 100% de substituição)).

** P<0,01.

*P<0,05

O tempo necessário para a ingestão das diferentes dietas não variou de acordo com os níveis de substituição, mesmo com os animais consumindo mais MS quando eram submetidos à dieta controle. Ocorreu uma tendência de maior gasto de tempo por consumo de MS quando os animais recebiam dietas com substituição total de milho por polpa cítrica. Não houve efeito da quantidade de alimento ingerido por refeição realizada durante o período de coleta de dados experimentais.

As observações realizadas durante o período experimental descrevem que os animais se dirigiram, em média, 14 vezes ao cocho para se alimentar sem nenhuma interferência da dieta oferecida; a duração média de consumo de cada uma destas fases foi de 22 minutos, também sem maiores efeitos da dieta. Como estes dados de tempo de consumo de cada fase foram médios, cabe ressaltar que os tempos de consumo foram maiores logo após realizado o arraçoamento dos animais, como já se esperava.

Dado e Allen (1994) citam que vacas leiteiras em lactação alojadas em instalações do tipo "Tie Stall" descrevem tempos de ingestão de 300 min/dia e se alimentaram 11 vezes/dia, em média.

Como já foi descrito, não foi detectada diferença de tempo de consumo de MS, porém o tempo gasto com o consumo por kg de FDN foi menor para os animais quando eles consumiram dietas com polpa cítrica, em relação a quando estes mesmos animais consumiam a dieta controle. Estes dados de consumo confirmam que o FDN presente na polpa cítrica não promove aumento no tempo de ingestão por se tratar de FDN com pequeno tamanho de partícula.

TABELA 11. Comportamento alimentar de vacas leiteiras submetidas a diferentes níveis de substituição de milho por polpa cítrica

ITENS	TRATAMENTOS			CONTRASTES	
	PC0	PC50	PC100		
Ócio (Horas/dia)	9,11	9,58	10,40	A*	B
Ócio (Minutos/dia)	546,67	575,00	623,33	A*	B
Ócio (Minutos/fase)	22,55	25,07	28,18	A**	B
Ócio (Fases/dia)	24,58	23,25	22,42	A*	B
Ingestão (Horas/dia)	5,50	5,11	5,37	A	B
Ingestão (Minutos/dia)	330,00	305,83	320,83	A	B
Ingestão (Minutos/fase)	22,58	21,67	23,42	A	B
Ingestão (Fases/dia)	14,92	14,25	14,17	A	B
Ruminação (Horas/dia)	9,00	9,02	8,00	A*	B
Ruminação (Minutos/dia)	539,58	540,42	479,58	A*	B
Ruminação (Minutos/fase)	33,92	35,00	30,83	A	B
Ruminação (Fases/dia)	16,67	16,17	15,55	A	B
Água (Horas/dia)	0,41	0,33	0,28	A	B
Água (Minutos/dia)	23,75	18,75	16,25	A	B
Água (Minutos/fase)	6,69	5,63	3,88	A**	B
Água (Fases/dia)	3,67	3,00	3,33	A	B

As médias foram estimadas.

As letras A e B representam os contrastes.

A = controle X 100% de substituição

B = 2(50% de substituição X (controle + 100% de substituição))

** P<0,01

* P<0,05

O tempo necessário para a ruminação das diferentes dietas variou de acordo com os níveis de substituição, sendo que quando os animais consumiam dietas com substituição total de milho por polpa cítrica, o tempo gasto para a

ruminação foi menor do que para a dieta controle (Tabela 11). O tempo mais alto de ruminação dos animais quando foram submetidos à dieta controle, se deve ao consumo de MS ter sido mais elevado para os animais quando eram submetidos a este plano nutricional. O tempo gasto com ruminação por kg de MS não foi diferente entre os animais quando submetidos aos diversos tratamentos, confirmando que a diferença de tempo despendido com a ruminação se deve ao consumo de MS, que foi diferente.

O número de fases de ruminação não variou de acordo com as dietas experimentais utilizadas, mesmo com o consumo de MS diferente. A duração das fases de ruminação não foi afetada pelos níveis de substituição, ocorrendo, como no tempo médio de ingestão, concentração da ruminação logo após a ingestão, realizada após o arraçãoamento que ocorreu pela manhã e pela tarde. Segundo Dado e Allen (1994), vacas de alta produção ruminavam menos vezes por dia (13 X 14,5 vezes/dia), mas ruminavam em média 5 min a mais por período de ruminação do que vacas de mais baixa produção.

O tempo gasto com a ruminação por kg de FDN foi menor para os animais quando submetidos à dieta com níveis superiores de polpa cítrica, devido ao maior teor de FDN presente nesta dieta. O FDN da polpa cítrica, por ser de pequeno tamanho de partícula, não aumenta o tempo necessário para a ruminação quando ocorre maior ingestão do mesmo. O tempo necessário para a ruminação do FDN é grandemente influenciado pelo FDN presente no alimento volumoso presente na dieta.

Welch e Smith (1971) avaliaram o tempo gasto com a mastigação para polpa de beterraba, polpa cítrica e pelets de alfafa. Foram realizados 5 experimentos para avaliar a eficiência desses alimentos em promover mastigação em ovelhas. A dieta com polpa de beterraba continha a mesma quantidade de constituintes de parede celular da dieta com alfafa, porém causou

menor mastigação. A polpa cítrica estimulou menos atividade de mastigação mas o tempo gasto por unidade de constituinte de parede celular foi similar ao produzido pela alfafa.

A eficiência alimentar para todos os tratamentos foi a mesma, não ocorrendo diferença entre eles. O nível de consumo dos animais do tratamento com substituição parcial foi menor do que todos os outros, devido a este fato houve uma tendência de maior eficiência alimentar para a substituição parcial.

Para a eficiência de ruminação em gramas de MS por hora também não foi detectada diferença de acordo com os níveis de substituição do milho pela polpa cítrica e em relação ao tratamento controle. A eficiência de ruminação em gramas de FDN por hora foi maior para os animais que receberam a dieta com substituição total de milho por polpa cítrica, tendo a confirmação pelos resultados do tempo de ruminação por kg de FDN.

O FDN de fontes não forrageiras é freqüentemente menos efetivo para estimular a mastigação do que de FDN de fontes forrageiras porque esta última é geralmente fermentada, e passa rapidamente pelo rúmen e menos fibra é retida no compartimento para estimular mastigação e, posteriormente, aumentar a secreção de saliva. Dietas que contém alta quantidade de FDN de fontes não forrageiras são mais efetivas no processo de ruminação por kg de FDN do que aquelas em que a quantidade de FDN não forrageiro é mais baixa (Ben-Ghedalia et al., 1985).

A soma dos tempos de ruminação e ingestão determina o tempo de mastigação. Não foi detectada diferença entre os tempos gastos na mastigação entre os animais quando submetidos as diferentes dietas experimentais, com uma grande tendência ($P < 0,0675$) para maior tempo de mastigação dos animais submetidos ao tratamento controle em relação à substituição total.

TABELA 12. Ruminação por hora, ruminação por minuto, fases diárias de ruminação, duração de cada fase em minutos, minutos gastos para a ruminação de cada kg de matéria seca, minutos gastos para a ruminação de cada kg de fibra em detergente neutro, nos diferentes níveis de substituição de polpa cítrica por milho

ITENS	TRATAMENTOS			CONTRASTES	
	PC0	PC50	PC100		
Ingestão					
Minutos/kg de MS	16,17	15,42	16,58	A	B
Minutos/kg de FDN	61,60	53,83	52,39	A*	B
Kg/refeição	1,44	1,48	1,46	A	B
Ruminação					
Minutos/kg de MS	26,33	26,92	25,83	A	B
Minutos/kg de FDN	99,82	93,85	77,99	A**	B
Eficiência					
EA (gr MS/h)	3960,98	4216,33	3884,22	A	B
EA (gr FDN/h)	960	1123,29	1158,29	A**	B
ER (gr MS/h)	2334,00	2305,50	2619,00	A	B
ER (gr FDN/h)	615,92	662,00	833,83	A**	B
Mastigação/dia	14,50	14,12	13,35	A	B

As médias foram estimadas.

As letras A e B representam os contrastes.

A = controle X 100% de substituição

B = 2(50% de substituição X (controle + 100% de substituição))

** P<0,01

* P<0,05

O tempo de inatividade bucal dos animais foi diferente entre o tratamento controle e a substituição total de milho por polpa cítrica. Quando os animais receberam a dieta com substituição total eles ruminaram e ingeriram alimento em um menor espaço de tempo; com isso, o tempo de ócio ou inatividade bucal foi maior (Tabela 11).

Os animais, quando receberam dietas com níveis de substituição total e parcial de milho por polpa cítrica, descreveram menor número de fases de ócio do que quando submetidos ao tratamento controle, sendo o menor número de fases para aqueles que receberam dietas com substituição total. A duração de cada fase de ócio foi menor para os animais que receberam tratamento controle e maior para os que receberam a dieta com substituição total de milho por polpa cítrica.

O tempo gasto com a ingestão de água por dia não diferiu entre os animais quando submetidos aos diferentes tratamentos, ocorrendo diferença entre a duração em tempo das fases a favor dos animais submetidos ao tratamento controle, sem ocorrer diferença entre o número de fases observadas durante o dia.

Não foi encontrada diferença entre as médias de pH ruminal dos animais submetidos aos diferentes níveis de substituição de milho por polpa cítrica nem para o tratamento controle (Tabela 13). O valor médio de pH ruminal detectado por punção foi relativamente baixo, levando-se em consideração os consumos de concentrado que foram impostos aos animais durante o período experimental (média de 10 kg de concentrado por dia por animal), porém sem a predisposição imediata de acidose.

Várias revisões (Cricklow e Chaplin, 1985; Huber, 1976; Huntington, 1988; Stock e Britton, 1993) têm descrito os processos de acidose em animais domésticos. A faixa crítica de pH no rúmen é <5 durante a acidose aguda e $<5,5$

durante a acidose subclínica, sendo os resultados encontrados neste trabalho relativamente altos.

Vários autores (Bhattacharia e Harb 1973; Highfill et al., 1987; Rocha Filho, 1998; Leiva et al., 2000; Menezes Jr. Et al., 2000) descrevem que não ocorrem mudanças nos níveis de pH ruminal quando ocorre substituição de milho por polpa cítrica, confirmando os dados obtidos neste experimento.

Reinato et al. (2002) avaliaram a influência da substituição parcial de milho por polpa cítrica em dietas de vacas leiteiras e descreveram aumento na queda de pH com o aumento dos níveis de substituição; estes dados confirmam os resultados obtidos por Costa (2002).

O percentual de gordura do leite foi diretamente proporcional aos níveis de substituição de milho por polpa cítrica, sendo a última mais eficiente em promover um padrão de fermentação ruminal mais favorável a produção percentual de gordura do leite.

Vários autores (Clark e Armentano, 1993; Clark e Armentano, 1997; Clark e Armentano, 1994; Cottrell e Gregory, 1991; Depies e Armentano, 1995; Swain e Armentano, 1994) descrevem que a efetividade de um dado alimento está relacionada à sua capacidade de manter altos níveis (%) de produção de gordura do leite quando comparado com o feno de alfafa.

TABELA 13. pH ruminal, e % de gordura do leite das vacas nos diferentes níveis de substituição de milho por polpa cítrica

ITENS	TRATAMENTOS			CONTRASTES	
	PC0	PC50	PC100		
PH (Ruminal)	5,85	5,84	5,82	A	B
% de gordura	3,37	3,62	3,84	A**	B

As médias foram estimadas.

As letras A e B representam os contrastes.

A = controle X 100% de substituição

B = 2(50% de substituição X (controle + 100% de substituição)'

** P<0,01

* P<0,05

Os percentuais de ácidos graxos voláteis diferiram de acordo com os níveis de substituição de milho por polpa cítrica; o percentual da produção ruminal de ácido acético foi maior para os animais quando submetidos a dietas com substituição total, seguida pela substituição parcial. Para o propionato não foi detectada diferença estatística no percentual de produção entre os animais submetidos aos diferentes tratamentos experimentais, porém com uma grande tendência de aumento ($P<0,075$) para os animais que receberam a dieta controle em relação a quando eles receberam dietas com polpa cítrica. A produção percentual de ácido butírico foi maior para os animais quando recebiam dietas com níveis parciais de substituição e menor quando recebiam níveis de substituição total de milho por polpa cítrica.

Os resultados acima confirmam os resultados de Rocha Filho (1998), que encontrou maiores produções de ácido acético e produções praticamente iguais de ácido propiônico para os animais que recebiam polpa cítrica em substituição

ao milho. As produções percentuais de ácido butírico foram relativamente maiores para os animais que não recebiam polpa cítrica na dieta. Alguns pesquisadores (Wing, 1982; Ammerman e Henry, 1991) descrevem maiores proporções de ácido acético e menores proporções de ácido propiônico quando a polpa está presente na dieta.

A produção total de ácidos graxos voláteis no rúmen e a relação acetato/propionato não diferiram entre os tratamentos experimentais com uma alta tendência de diferença ($P < 0,079$) na relação acetato/propionato em favor dos animais quando receberam dietas com níveis superiores de polpa cítrica. A relação acetato/propionato favorável a polpa cítrica é confirmada pelos dados de várias pesquisas com polpa cítrica (Hentges et al., 1966; Pinzón e Wing, 1976; Rocha Filho, 1998).

Estes dados confirmam os resultados encontrados no aumento da produção total e percentual de gordura do leite quando os animais receberam este mesmo plano nutricional. Dijkstra (1994), em um trabalho de revisão de vários trabalhos com a infusão em gado leiteiro, observou que o aumento no suprimento de ácido acético aumentou a produção de leite e o percentual de gordura do mesmo. O aumento no suprimento de ácido butírico também apresentou efeitos positivos no conteúdo de gordura do leite, porém com menor importância devido à sua menor produção no rúmen e à sua grande metabolização na parede do rúmen. No entanto, o suprimento de ácido propiônico causou efeitos negativos no conteúdo de gordura do leite, mas efeitos positivos no conteúdo protéico do leite.

Para os ácidos graxos voláteis totais (AGVsT) não foram detectadas diferenças estatísticas significativas de acordo com os diversos tratamentos experimentais utilizados; no entanto, quando os animais recebiam as dietas com níveis de substituição total, os níveis de produção de AGVsT foram

relativamente mais altos em relação aos diferentes tratamentos. Deve-se salientar que estes dados são importantes devido ao menor consumo de matéria seca dos animais que receberam este plano nutricional.

TABELA 14. Percentual dos principais de ácidos graxos voláteis do fluido ruminal e relação acetato/propionato nos diferentes níveis de substituição de milho por polpa cítrica

ITENS	TRATAMENTOS			CONTRASTES	
	PC0	PC50	PC100		
Ácidos graxos totais	86,48	86,41	88,43	A	B
Ácido acético	55,47	56,27	59,41	A	B
Ácido propiônico	21,23	19,80	20,39	A	B
Ácido butírico	9,88	10,34	8,63	A	B
Ácido acético %	63,78	64,92	67,09	A*	B
Ácido propiônico %	24,70	23,09	22,12	A	B
Ácido butírico %	11,52	11,99	9,79	A*	B*
Acetato/propionato	2,65	2,87	2,93	A	B

As médias foram estimadas.

As letras A e B representam os contrastes.

A = controle X 100% de substituição

B = 2(50% de substituição X (controle + 100% de substituição)

** P<0,01

* P<0,05

4 CONCLUSÕES

A polpa cítrica não é mais efetiva fisicamente do que o milho no aumento da mastigação (ruminação) quando se substitui um alimento pelo o outro. O FDN presente na polpa cítrica não aumenta o tempo de ruminação quando comparado com o tempo gasto pelas dietas que contêm milho, sendo mais eficiente o processo de ruminação do FDN da polpa do que do milho. Não ocorre diferença no pH da fermentação ruminal quando ocorre substituição de milho por polpa cítrica. A produção percentual de ácido acético é maior quando se utiliza polpa cítrica na substituição de milho. A produção percentual de gordura do leite é maior de acordo com o aumento da polpa cítrica na dieta, concluindo maior efetividade na produção percentual de gordura do leite.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physical effective fiber. **Journal Dairy Science**, Savoy, v 80, n. 12, p.1447-1462, Dec, 1997.

ALLEN, M. S.; OBA, M. Fiber digestibility of forages. In: **Proc. 57 th Minnesota Nutrition Conference Protiva Tech. Symp. Ext. Especial Programs**. Bloomington, MN. University Minnesota , St. Paul. 1996.

AMMERMAN, C. B.; HENRY, P. R.; Citrus and vegetable products for ruminant animals. In. **Proc. Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle**, St. Louis, p. 103, 1991.

BEN-GHEDALIA, D.; HAVELI, A.; MIRON, J. Digestibility by dairy cows of monosaccharide components in diets containing wheat or ryegrass silages. **Journal Dairy Science**, Savoy, v 68,n 1, p.134-140, Jan. 1985.

BEN-GHEDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J.; EST, Y. The effects of starch and pectin rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.24, n.1-2, p.289-298, July 1989.

BHATTACHARYA, A. N.; HARB, M. Dried citrus pulp as a grain replacement for awasi lambs. **Journal of Animal Science**, Champaing, v.36, n.6, p.1175-80, Jun. 1973.

CLARK, P. W.; ARMENTANO, L. E. Effectiveness of neutral detergent fiber in whole cottonseed and dried distillers grain compared with alfalfa haylage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.76, n.9, p.2644-2650, Sept. 1993.

CLARK, P. W.; ARMENTANO, L.E. Influence of particle size on beet pulp fiber effectiveness. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.77, (Suppl 1), p.137, Abstract. 1994.

CLARK, P. W.; ARMENTANO, L. E. Replacement of alfalfa NDF with a combination of non-forage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.80, n.9, p.675-680, Sep. 1997.

COSTA, H. N. **Efeito do ambiente ruminal sobre a degradabilidade *in situ* da cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, 2002. 61 p. (Tese de Mestrado em Produção Animal).

CRICKLOW, E. C.; CHAPLIN, R. K.; Ruminal lactic acidosis: relationship of forestomach motility to nondissociated volatile fatty acid levels. **Animal Journal Veterinary Research**. Schaumburg. v. 46, n. 9, p. 1908, Sept. 1985.

DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal Dairy Science**, Savoy, v 78, n. 1, p.118-133, Jan, 1994.

DEPIES, K. K.; ARMENTANO, L. E. Partial replacement of alfalfa fiber with fiber ground corn cobs or wheat middling. **Journal Dairy Science**, Savoy, v 78, n. 6, p.1328-1335, Jun, 1995.

DIJKSTRA, J.; FRANCE, J.; ASSIS, A. G.; NEAL, H. D. S. T.; CAMPOS, O. F.; AROEIRA, L. J. M. Simulation of digestion in cattle fed sugarcane: prediction of nutrient supply for milk production with locally available supplements. **Journal of Agricultural Science**, London, v.127, n.2, p.247-260, Sept. 1996.

ERWIN, E. S.; MARCO, G. J.; EMERY, E. M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by chromatography. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.44, n.9, p.1768-1771, Sep. 1961.

HALL, M. B.; Neutral detergent-soluble carbohydrates: nutritional relevance and analysis. **A laboratory manual**. University Florida Extensive Bull. 339. Gainesville. 2000.

HENTEGES, J. F.; MOORE, J. E.; PALMER, A. Z.; CARPENTER, J. W. Replacement value of dried citrus meal in beef cattle diets. **Agriculture Experiment Station Technology Bull.** p-708. 1966.

HIGHFILL, B. D.; BOGGS, D. L.; AMOS, H. E.; CRICKMAN, J. G. Effects of high fiber energy supplements on fermentation characteristics and in vivo and in situ digestibilities of low quality fescue hay. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.65, n.1, p.224-234, July 1987.

HUBER, T. L.; PHysiological effects of acidosis on feed lot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.43, n.4, p.902-909, Apr, 1976.

HUNTINGTON, G. B.; Acidosis. In: The ruminant animal: Digestive pHysiology and nutrition. D.C. Church, ed Prentice -Hall, Englewood Cliffs, NJ. p.474, 1988.

LEIVA, E.; HALL, M. B.; VAN HORN, H. H.; Performance of dairy cattle feed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.83, n.12, p.2866-2875, Dec. 2000.

MAROUNEK, M.; BARTOS, S.; BREZINA, P.; Factors influencing the producing of volatile fatty acids from hemicellulose, pectin and starch by mixed culture of rúmen microorganisms. **Zeitschriftfur TierpHysiologie Tierernahrung Futtermittelkde**. Hamburg, v. 53, p.50-58, 1985.

MENEZES Jr, M. P.; SANTOS, F. A. P.; GUIDI, M. T.; PIRES, A. V.; RIBEIRO, C. V. D. M.; Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa cítrica sobre os parâmetros ruminais e composição do leite de vacas holandesas. In: REUNIÃO DA SOCIEDADDE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37. Viçosa 2000. **Anais...Viçosa SBZ**, 2000.

MERTENS, D. R. Effect of pHisical characteristics, forage particle size and density on forage utilization. **Proceedings Animal Feed Ingredients Association Nutrition Syposium**. Arlington. P 91. 1986.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington: National Academy Press, 2001.

PEREIRA, M.N.; ARMENTANO, L.E. Partial replacement of forage with nonforage fiber sources in lactating diets. II. Digestion and rumen function. **Journal Dairy Science**. Savoy, v.83, n.12, p.2876-2887, Dec. 2000.

PINZON, F. J.; WING, J. M.; Effects of citrus pulp in high urea rations for steers. *Journal of Dairy Science*, Savoy, v.59, n.4, p.1100-971, April 1976.

OMETTO, J.C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Ceres, 1981. 421p.

REINATO, J. D.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; LEME, P. R. et al., Efeito da substituição parcial do milho pela polpa cítrica sobre o pH e nitrogênio amoniacal em dietas contendo dois níveis de subproduto da produção de lisina. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39. Recife. 2002. *Anais... Recife*. SBZ, 2002.

ROCHA FILHO, R. R.; MACHADO, P. F.; D'ARCE, R. D.; FRANCISCO Jr, P. C. Polpa de citros e de milho e a produção de ácidos graxos voláteis no rúmen. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.56, n.2, p.471-477, abr./jun. 1999.

SILVA, D. J. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 2. ed. Viçosa: UFV, 1990. 165p.

SOITA, H. W.; CHRISTENSEN, D. A.; MCKINNON, J. J. Influence of particle size on the effectiveness of the fiber in barley silage. *Journal Dairy Science*, Savoy, v. 83, n.10, p.2295-2300, Oct, 2000 .

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. *SAS user's guide*. Statistical edition. Cary: SAS Institute, 1991. 754p.

STERN, M. D.; ZIEMER, C. J. Consider value, cost when selecting nonforage fiber. *Feedstuffs*, Minnesota, v. 65, n. 2, p.14-17, Jan. 1993.

STOCK, R.; BRITTON, R. A.; Acidosis in feedlot cattle. In: Scientific update on rumensin/tylan for the professional feedlot consultant. Elanco animal health, Indianapolis, IN. P. A1, 1993.

STROBEL, H. J.; RUSSELL, J. B.; Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rúmen bacteria. *Journal of Dairy Science*, Savoy, v.69, n.11, p.2941-2947, Nov. 1986.

SWAIN, S. M.; ARMENTANO, L. E. Quantitative evaluation of fiber from nonforage sources used to replace alfalfa silage. **Journal Dairy Science**, Savoy, v.77, n.12, p.2318-2331, Dec. 1994.

VAN SOEST, P. J. Carbohydrates. In: ____ **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. Cap. 11, p.156-176.

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**, Savoy, v.74, n.10, p.3583-97, Oct. 1991.

WELCH, J. G.; SMITH, A. M. Effect of beet pulp and citrus pulp on rumination activity. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.33, n.2, p. 472-475, Aug. 1971.

WING, J.M. Citrus feedstuffs of dairy cattle. Gainesville: University of Florida (Bulletin 829) Agricultural Experiment Station, IFAS, 25 p., 1982.

CAPÍTULO IV
DEGRADABILIDADE E DIGESTIBILIDADE TOTAL DE VACAS
SUBMETIDAS A SUBSTITUIÇÃO PARCIAL E TOTAL DE MILHO
POR POLPA CÍTRICA PELETIZADA

RESUMO

ANDRADE, Gustavo Augusto. **Degradabilidade e digestibilidade total de vacas submetidas a substituição parcial e total de milho por polpa cítrica.** Lavras : UFLA , 2002. 151p (Tese de Doutorado em Zootecnia-Área de Concentração de Nutrição de Ruminantes)*.

O experimento foi realizado no laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizadas 3 vacas Jersey leiteiras não lactantes com peso médio de 480kg, divididas em 1 quadrado latino 3X3. Os animais foram mantidos em confinamento, recebendo uma dieta controle, 50% e 100% de substituição de polpa cítrica por milho. Os objetivos deste trabalho foram avaliar os padrões de degradabilidade, digestibilidade e fermentação ruminal em vacas submetidas a substituição total e parcial de fubá de milho pela polpa cítrica. A digestibilidade da matéria seca foi maior para os animais submetidos à dieta com substituição total de milho por polpa cítrica e menor para a dieta controle; a digestibilidade da fibra em detergente neutro seguiu o mesmo comportamento da MS. A digestibilidade da proteína bruta foi inversa à da MS e do FDN. Não foram detectadas diferenças estatísticas nos padrões de degradabilidade ruminal da matéria seca das dietas experimentais nem das curvas de degradação em função do tempo. Os padrões de degradabilidade ruminal da fibra seguiram uma tendência de maior degradabilidade para as dietas ricas em polpa cítrica, e para a proteína bruta, o inverso da fibra, como as respectivas curvas de degradação em função do tempo. Para o fracionamento de carboidratos estimados pela dieta ingerida, a degradação mais rápida foi detectada para a dieta controle e a degradação mais lenta, para a dieta com altos níveis de polpa cítrica. As curvas de mudança do pH em função do tempo demonstram queda para dietas com polpa cítrica; ocorre uma maior queda de pH durante as 4 primeiras horas após o arraçamento, e depois, uma estabilização dos níveis de acordo com as dietas utilizadas.

* Comitê Orientador: Júlio César Teixeira - UFLA (Orientador), Paulo César de Aguiar Paiva - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA, Juan Ramon O. Perez - UFLA e Jackson de Oliveira e Silva - EMBRAPA.

ABSTRACT

ANDRADE, Gustavo Augusto. Total degradability and digestibility of cows submitted to part and total replacement of corn by citrus pulp. Lavras: UFLA, 2002. 151p. (Doctorate Thesis in Animal Science – Major - Ruminant Nutrition).*

The experiment was carried out in the Animal Nutrition Laboratory of the Federal University of Lavras. 3 non-lactating Jersey dairy cows were utilized averaging 489 kg divided into one 3 x 3 latin square. The animals were maintain in confinement, feeding a control diet, 50% and 100% of replacement of citrus pulp by corn. The objectives of thsi work were to evalaute the patterns of degradability, digestibility and ruminal fermentation in cows submitted to the part and total replacement of corn meal by citrus pulp. The digestibility of dry matter was greater for the animals submitted to the diet with total replacement of meal by citrus pulp and less for the control diet , the digestibility of neutral detergent fiber followed the same behavior as DM. The digestibility of crude protein was inverse to that of DM and NDF. No statistical differences were detected in the patterns of ruminal degradability in the patterns of ruminal degradability of dry matter of the experimental diets , nor of the degradation curves in terms of time. For breaking down of carbohydrates estimated by the ingested diet, the fastest degradation was detected for the control diet and the slowest degradation for the diet with high levels of citrus pulp. The curves of pH change in terms of time showed for diets with citrus pulp a greater fall of pH takes place during the first four hours after feeding and afterwards a levelling off of the levels according to the diets utilized.

* Guidance Committee: Julio Cesar Teixeira- UFLA (Adviser), Paulo César de Aguiar Paiva - UFLA, Joel Augusto Muniz – UFLA, Juan Ramon O. Perez – UFLA e Jackson Silva e Oliveira – EMBRAPA .

1 INTRODUÇÃO

A busca de alimentos alternativos para a nutrição de ruminantes leva a constantes investigações da dinâmica de fermentação e digestão deste alimento nos processos que estão envolvidos na nutrição dos animais de produção. A caracterização dos alimentos de acordo com a sua constituição química e suas diferentes frações de degradação dos alimentos constituem um importante mecanismo para os nutricionistas promoverem uma adequada formulação de dietas, melhorando os níveis nutricionais e econômicos associados à produção de bovinos leiteiros. A avaliação das características químicas e de degradabilidade das dietas também devem ser consideradas, pois permitem uma indicação mais segura sobre o valor nutricional do alimento a ser utilizado (Oliveira et al., 1993).

Segundo Carvalho (1995), a qualidade nutricional e a palatabilidade da polpa cítrica dependem da variedade da laranja, da inclusão de sementes e da retirada ou não dos óleos essenciais, resultando em produtos distintos quanto ao consumo e à composição bromatológica. Em geral, o produto é caracterizado pela alta digestibilidade da matéria seca. A maioria dos trabalhos apontam digestibilidade da matéria seca entre 78 e 92%, matéria orgânica entre 83 e 96% e proteína bruta entre 40 e 65%. Trata-se, portanto, de um alimento com elevada digestibilidade, exceto no que se refere à proteína bruta, sendo mais utilizado como fonte energética.

As metodologias utilizadas podem variar entre a técnica *in vivo*, que determina a degradação dos alimentos pela mensuração da quantidade do nutriente que atinge o abomaso ou duodeno proximal, considerando a quantidade de alimento ingerido. Nas técnicas *in vitro* ou *in situ*, o alimento é incubado em tubos ou em sacos de náilon suspensos no rúmen de animais

devidamente fistulados, permitindo o íntimo contato dos alimentos em estudo com o ambiente ruminal.

A dieta afeta diretamente o ecossistema ruminal, determinando a quantidade e os tipos de microorganismos presentes, que são responsáveis pela taxa e extensão da digestão dos nutrientes da dieta. A proporção volumoso/concentrado altera a população ruminal e eleva nos níveis de concentrado; ocorre uma troca para determinadas populações de microorganismos em detrimento de outra populações.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar os padrões de degradabilidade, digestibilidade e fermentação ruminal em vacas submetidas a substituição total e parcial do milho moído pela polpa cítrica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Animais e manejo utilizados

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Iniciado na primeira semana do mês de outubro de 2001 se estendeu até a última semana do mês de novembro do mesmo ano. Em conjunto com a coleta de dados, foram realizadas as análises laboratoriais e estatísticas nos departamentos de Zootecnia e Ciências Exatas da Universidade Federal de Lavras.

Lavras localiza-se a 21°14" de latitude sul, 45°00" de longitude oeste, a uma altitude média de 910m, apresentando precipitação anual de 1493,2mm e temperatura média das máximas e mínimas de 26,00 e 14,66°C, respectivamente. O clima da região é classificado como do tipo CWB (Ometto, 1981), tendo duas estações distintas: chuvosa de novembro a abril e seca de maio a outubro.

A silagem de milho utilizada continha 32% de MS e era transportada diariamente da propriedade produtora até o local de realização do experimento. Os concentrados utilizados no experimento foram todos confeccionados no início do período experimental e armazenados nos laboratórios de nutrição animal da universidade.

Foram utilizadas 3 vacas Jersey, não lactantes, não gestantes, providas de fístula ruminal, com peso vivo médio de 480 kg. Os animais foram tratados contra ecto e endoparasitas e alojados em baias individuais, em que tiveram livre acesso a água e sal. As dietas experimentais foram fornecidas duas vezes ao dia, sendo 60% no arraçoamento da manhã e 40% no arraçoamento da tarde. Diariamente, pela manhã, o consumo foi medido através da diferença entre a

pesagem do alimento fornecido e das sobras deixadas no cocho; e a cada 7 dias foi feito um ajuste no fornecimento da dieta, permitindo 10% de sobras.

2.2 Tratamentos

Os tratamentos foram baseados na substituição do milho pela polpa cítrica peletizada, nas rações concentradas. Os níveis de substituição foram 0, 50, 100%, como apresentado na Tabela 2. A dieta total constituiu de silagem de milho, farelo de soja, fubá de milho, polpa cítrica, glúten de milho, sal mineral e sal comum (cloreto de sódio).

Para a obtenção do fracionamento dos carboidratos conforme o sistema CNCPS, inicialmente foram utilizados matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) seguindo os procedimentos padrões (AOAC, 1990), e fibra em detergente neutro (FDN) e proteína indisponível em detergente neutro (PIDN) (Van Soest Wine, 1968).

De acordo com Sniffen et al. (1992), os carboidratos totais (CHOT), a fibra indigestível, representada pela fração C, a fração lentamente degradável (B₂), os carboidratos com elevadas taxas de degradação ruminal (A + B₁) = aos carboidratos não estruturais (CNE) e os carboidratos estruturais (CE) foram determinados por meio das seguintes expressões:

$$\text{Fração A: } A(\% \text{CHT}) = \{ [100 - \text{AMIDO}(\% \text{CNE})] * [100 - B_2(\% \text{CHT}) - C(\% \text{CHT})] \} / 100$$

$$\text{Fração B}_1: B_1(\% \text{CHT}) = \{ [\text{AMIDO}(\% \text{CNE})] * [100 - B_2(\% \text{CHT}) - C(\% \text{CHT})] \} / 100$$

$$\text{Fração B}_2: B_2(\% \text{CHT}) = 100 * [\text{FDN}(\% \text{MS}) - \text{PIDN}(\% \text{PB}) * 0,01 * \text{PB}(\% \text{MS}) - \text{FDN}(\% \text{MS}) * 0,01 * \text{LIGNINA}(\% \text{FDN}) * 2,4] / \text{CHT}(\% \text{MS})$$

Fração C: $C(\%CHT) = 100 * [FDN(\%MS) * 0,01 * LIGNINA(\%FDN) * 2,4] / CHT(\%MS)$,

Em que:

Fração A = Açúcares e ácidos orgânicos de pronta degradação.

Fração B1 = Degradação intermediária. Ex.: Amido e pectina.

Fração B2 = Degradação lenta; é a parede celular disponível. Ex.: Celulose e hemicelulose.

Fração C = Parede celular indisponível. Ex.: Lignina.

Esta caracterização inicial dos alimentos, tem por objetivo minimizar os efeitos das diferenças de composição dos alimentos encontrados na literatura e a obtenção de dietas realmente balanceadas.

2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o Quadrado Latino 3 X 3, com 3 períodos experimentais e 3 tratamentos. O modelo foi:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + p_j + t_k + e_{ijk},$$

Em que:

Y_{ijk} = é o valor da parcela que recebeu o tratamento k, no período j, no animal i;

μ = média geral;

a_i = efeito do animal i;

p_j = efeito do período j;

t_k = efeito do tratamento k;

e_{ijk} = erro da parcela que recebeu o tratamento k, no período j, no animal i.

2.4 Período experimental

Os períodos experimentais tiveram duração de 21 dias cada. O período pré-experimental foi de 14 dias, nos quais os animais foram adaptados ao novo tratamento (dieta). O período de coleta de dados durou 7 dias.

2.5 Avaliação de parâmetros ruminais

2.5.1 Coleta de líquido ruminal

Foram coletados aproximadamente 200 ml de líquido ruminal imediatamente antes do fornecimento da dieta da manhã (tempo zero) e 2, 4, 6, 8 e 12 horas após, durante 4 dias (15^o ao 18^o dia). A amostra foi retirada manualmente no saco ruminal ventral, através da fístula, filtrada em pano de queijo de 4 camadas e imediatamente foi determinado o pH através de um potenciômetro portátil, segundo Silva (1990).

2.5.2 Análises Estatísticas

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o procedimento GLM, contido no programa computacional SAS, de acordo com as recomendações de SAS (1991). Os parâmetros ruminais foram analisados estatisticamente como parcelas subdivididas no tempo. Os efeitos de tratamento, animal e período foram testados com relação às parcelas. A interação horário de coleta x tratamentos foi testada com relação às subparcelas.

2.5.3 Digestibilidade total

Os animais, manejo, tratamentos, delineamento experimental e períodos foram os mesmos já descritos anteriormente para a avaliação dos parâmetros ruminais. Para determinação da digestibilidade total, foi utilizado o óxido crômico como indicador externo, sendo este introduzido diretamente na fístula ruminal em duas doses diárias de 10 g cada, juntamente com o fornecimento das dietas, do 9^o ao 18^o dia experimental.

2.5.4 Coleta de fezes

As coletas de fezes foram realizadas do 15^o ao 18^o dia, sendo efetuadas em intervalos de oito horas, com um intervalo de seis horas entre dias, de forma que no final de quatro dias foram obtidas 12 amostras de fezes, conforme metodologia descrita por Calsamiglia et al. (1995). O esquema foi o seguinte: dia 1, coletas às 8, 16 e 24 horas; dia 2, coletas às 6, 14 e 22 horas; dia 3, coletas às 4, 12 e 20 horas; e dia 4, coletas às 2, 10 e 18 horas. Imediatamente após a coleta, as amostras foram congeladas em “freezer,” sendo, ao término do período experimental, misturadas de forma a permitir a preparação de uma amostra composta referente ao período. A quantificação de cromo nas fezes foi feita em espectrofotômetro de absorção atômica, seguindo a metodologia proposta por Silva (1990).

2.5.5 Digestibilidade ruminal

Para determinação da digestibilidade ruminal, foi utilizada a técnica “in situ” com sacos de náilon, segundo Mehrez e Orskov (1977), do 19^o ao 21^o dia experimental. Os sacos medindo 7 x 5 cm foram confeccionados com tecido de

nylon coreano 120 fios, com porosidade entre 40 e 60 μ m, utilizando máquina seladora quente. Foram confeccionados 6 sacos/tratamento/tempo/animal, perfazendo um total de 378 sacos. As amostras das dietas foram colocadas nos sacos, em quantidade de MS suficiente para manter a relação proposta por Nocek (1988), em torno de 20 mg de MS/cm² de área superficial do saco. A incubação dos sacos contendo as dietas foi feita na parte ventral do rúmen de cada animal. Os tempos de incubação foram 0, 4, 8, 12, 24, 36 e 48 horas. Para cada tempo de incubação foram colocados no rúmen de cada animal 6 sacos. Os sacos referentes ao tempo zero (utilizados para determinar a fração prontamente solúvel) foram introduzidos na massa ruminal e imediatamente retirados, recebendo então o mesmo tratamento destinado aos demais tempos.

2.5.6 Análises Químicas

MS, PB e FDN.

2.5.7 Estimativa da digestibilidade ruminal efetiva

As estimativas dos parâmetros (a, b, c) da equação de degradação dos alimentos, nos diferentes tempos de incubação, foram obtidas a partir do ajuste de uma regressão não linear pelo método de Gauss-Newton, contido no pacote computacional SAEG, descrito por Euclides (1997), conforme a equação proposta por Orskov e McDonald (1979):

$$Y = a + b(1 - e^{-ct})$$

Y = digestibilidade acumulada do componente nutritivo analisado, após um tempo **t**;

a = intercepto da curva de digestibilidade quando **t** é igual a 0, que corresponde à fração solúvel em água do componente nutritivo analisado;

b = é o potencial de digestibilidade da fração insolúvel em água, do componente nutritivo analisado;

a + b = digestibilidade potencial do componente nutritivo analisado quando o tempo não for um fator limitante;

c = taxa de degradação por ação fermentativa de **b**;

t = tempo de incubação (horas).

A degradação efetiva (DE) foi calculada segundo o modelo matemático proposto por Orskov e McDonald (1979).

$$P = a + \frac{b \cdot c}{c + k}$$

DE = digestibilidade ruminal efetiva do componente nutritivo analisado;

k = taxa de passagem do alimento (%/h).

2.5.8 Análises estatísticas

Os valores de digestibilidade ruminal efetiva (DE) dos nutrientes no tempo de incubação, bem como a taxa de degradação “c” e a degradabilidade potencial ($DP=100-DE$), foram submetidos a análise estatística, utilizando o procedimento GLM do programa computacional SAS, de acordo com as recomendações de SAS (1991).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de digestibilidade dos animais sugerem que quando eles são submetidos a dietas com níveis mais altos de substituição de milho por polpa cítrica, ocorre uma ligeira queda da digestibilidade da MS, porém os níveis de queda são muito pequenos, de acordo com o apresentado na Tabela 15.

Alguns autores, realizando pesquisas com substituição de milho por polpa cítrica em níveis diferentes dos apresentados neste trabalho (Porcionato et al., 2000; Henrique et al., 2000; Menezes Jr. et al., 2000), relataram que não foram detectadas diferenças nos coeficientes de digestibilidade da MS com o aumento dos níveis de substituição. Bhattacharya e Harb (1973) não encontraram diferenças na digestibilidade da matéria seca, mas descreveram menores digestibilidades da fração energética das dietas que continham níveis mais altos de polpa cítrica em relação ao milho.

Os coeficientes de digestibilidade da MS de dietas que contêm polpa cítrica podem ser menores, provocados pelo nível do processamento térmico, que pode levar a uma carbonização, ou pelo armazenamento inadequado da polpa cítrica, causando diminuição da quantidade de nutrientes fermentáveis no rúmen e, posteriormente, prejudicando o potencial de fermentação ruminal dos animais que consomem a polpa cítrica que sofreu processos ineficientes de secagem (Armmeman et al. 1965; Porcionato et al., 2000).

Os coeficientes de digestibilidade do FDN foram relativamente maiores para os animais que consumiram dietas com níveis crescentes de polpa cítrica em relação ao milho. Alguns pesquisadores descrevem não haver diferença entre os coeficientes de digestibilidade do FDN quando se promove substituição de milho por polpa cítrica (Porcionato et al., 2000; Henrique et al., 2000; Menezes Jr. et al., 2000), porém são descritos efeitos associativos negativos da

digestibilidade do FDN da forragem em dietas altas em amido, quando comparadas com aquelas dietas em que ocorre substituição do amido por subprodutos como a polpa cítrica (Carvalho, 1998; Franzolin et al. 2000; Miron et al. 2002). Bhattacharya e Harb (1973), em experimento com ovinos quando a polpa cítrica foi utilizada como um substituto para o milho moído, em níveis de 0, 33, 66 e 100%, a digestibilidade da fibra bruta aumentou com os níveis elevados de polpa cítrica, sendo significativamente mais baixa com 100% de substituição do milho pela polpa.

Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta foram, em média, menores para os animais que receberam dietas com níveis superiores de polpa cítrica e maiores para aqueles que receberam dietas sem a presença da mesma.

Bruno Filho et al. (2000) descreve que os coeficientes de digestibilidade da polpa cítrica são maiores para todos os parâmetros, com exceção da proteína, que foi maior para o milho. Fegeros et al. (1995), estudando a digestibilidade aparente da polpa cítrica seca, concluíram que a proteína não foi tão digestível como a do milho. Os mesmos resultados foram obtidos por Bhattacharya e Harb (1973). Trata-se, portanto, de um alimento com elevada digestibilidade, exceto no que se refere à proteína bruta, sendo mais utilizado como fonte energética.

TABELA 15. Médias dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS), fibra em detergente neutro (DFDN) e proteína bruta (DPB) dos animais submetidos as dietas com diferentes níveis de substituição de milho por polpa cítrica

ITENS	TRATAMENTOS		
	PC0	PC50	PC100
CDMS	65,80	66,20	67,90
IMS, Kg/dia	9,00	8,90	8,90
IMS, % PV	1,85	1,82	1,84
IMS, % PM	8,68	8,55	8,64
MSD kg	5,92	5,89	6,04
CDPB	57,90	56,60	54,40
IPB, Kg/dia	1,41	1,40	1,39
IPB, % PV	0,29	0,28	0,29
IPB, % PM	1,36	1,34	1,35
PBD kg	3,43	3,33	3,29
CDFDN	55,80	56,90	58,70
IFDN, Kg/dia	3,28	3,37	3,57
IFDN, % PV	0,68	0,69	0,74
IFDN, % PM	3,17	3,23	3,46
FDND kg	1,83	1,92	2,09

As médias foram calculadas a partir dos coeficientes de digestibilidade de três vacas divididas em um quadrado latino, com isto, sem a utilização de análise estatística.

A fração solúvel (FA), a fração insolúvel potencialmente degradável (FB), a taxa de degradação da fração insolúvel (TD) e os coeficientes de determinação (R^2) das equações de degradabilidade da MS, PB e FDN das dietas com os diferentes níveis de substituição de milho por polpa cítrica, obtidos através da técnica *in situ*, são apresentados na TABELA 16. A fração solúvel do material corresponde à parte solúvel do alimento mais a que atravessa a malha

dos sacos quando é imersa no meio líquido do rúmen e posteriormente lavada em água corrente.

Dentre as frações estudadas, não foram detectadas diferenças estatísticas entre as médias das frações solúveis, insolúveis potencialmente degradáveis e não degradáveis das diferentes dietas estudadas. Mesmo sem serem detectadas diferenças estatísticas entre as médias, pode-se notar que a degradabilidade da dieta controle é menor do que a das dietas com os níveis de substituição, podendo-se salientar que ocorre um efeito negativo na degradabilidade da dieta pelo excesso de amido na dieta. A degradabilidade potencial da matéria seca seguiu o mesmo comportamento das frações solúveis, insolúveis potencialmente degradáveis e não degradáveis das diferentes dietas, sem diferença estatística mas com uma boa tendência à menor degradabilidade potencial para a dieta controle.

Tomando como referência os valores das frações solúvel e insolúvel potencialmente degradável, os valores de degradabilidade efetiva foram diferentes, comprovando o efeito da menor degradabilidade ruminal da dieta com altos níveis de milho. A taxa de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável foi menor para a dieta controle quando comparada com as dietas que continham polpa cítrica, salientando que dietas com alta proporção de amido têm menor potencial de degradação quando submetidas ao meio ruminal. O milho é uma alimento que apresenta elevado potencial de degradação ruminal, porém, em dietas com grande quantidade deste ingrediente associado a silagem de milho pode ocorrer queda na degradabilidade ruminal.

Os coeficientes de determinação para os valores de desaparecimento da matéria seca das dietas utilizadas foram altos e uniformes, sem praticamente ocorrer diferença alguma em seu valores.

TABELA 16. Fração solúvel (FA), fração insolúvel potencialmente degradável (FB), fração não degradável (FND), degradação potencial (DP), degradabilidade efetiva (DE) taxa de degradação (TD) e coeficiente de determinação (R^2) da matéria seca para os seguintes níveis de substituição de milho por polpa cítrica

ITENS	TRATAMENTOS		
	PC0	PC50	PC100
FA	26,13 A	28,32 A	27,64 A
FB	59,07 A	62,55 A	63,88 A
FND	14,8 A	9,13 A	8,47 A
DP	85,20 A	90,87 A	91,53 A
DE	57,21 B	62,77 A	64,20 A
TD	0,054 B	0,063 A	0,067 A
R^2	0,94 A	0,94 A	0,94 A

¹ O peso vivo foi determinado como sendo a média do peso no início e fim do período de coleta de dados.

As médias foram estimadas.

As letras A e B representam os contrastes.

** $P < 0,01$

* $P < 0,05$

Na Figura 1 nota-se a diferença entre os padrões cinéticos das dietas utilizadas no experimento, pode-se notar diferenças acentuadas nas curvas de degradação nos tempos de degradação ruminal entre 6 e 48 horas, inferindo que dietas com altas quantidades de amido podem interferir na degradabilidade ruminal da fibra, como descreve Nocek (1997).

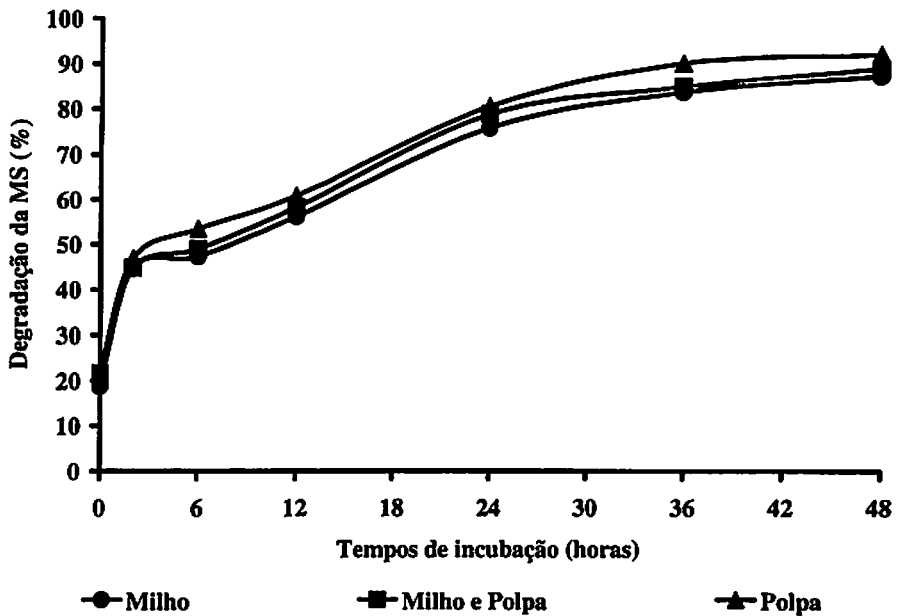


FIGURA 1. Curvas de degradação percentual da matéria seca em função do tempo para os diferentes níveis de substituição do milho pela polpa cítrica.

Os dados apresentados nas curvas de degradabilidade em função do tempo confirmam os dados de degradabilidade efetiva da matéria seca apresentados na Tabela 16 e a tendência das diferenças entre as frações estudadas das diferentes dietas experimentais, como foi descrito anteriormente.

Para a degradação ruminal da fibra em detergente neutro, as frações estudadas diferiram estatisticamente tanto para as frações solúveis, insolúveis potencialmente degradáveis e não degradáveis, de acordo com os níveis de substituição. A fração solúvel do FDN foi maior para a dieta controle em relação aos níveis de substituição; dentre eles, o maior nível foi o de menor degradação da fração solúvel. Para a fração insolúvel potencialmente degradável, os resultados foram inversos ao da fração solúvel, com degradação maior para as dietas com níveis superiores de substituição em relação à dieta controle. A fração não degradável pouco diferiu entre as dietas entre os níveis de substituição, com uma pequena diferença destes para o tratamento controle. A razão mais plausível para a ocorrência destes dados se deve à maior degradação do FDN da FB pela alta proporção de FDN da dieta, advinda da polpa cítrica nas dietas com alto nível de substituição. A FA maior para a dieta controle se deve à solubilidade do FDN do milho ser maior do que a da polpa cítrica.

A degradabilidade potencial do FDN da dieta com substituição total foi maior do que a das demais dietas, estes dados refletem a diferença encontrada na fração insolúvel potencialmente degradável. Tanto a degradabilidade efetiva a degradabilidade potencial seguiram a mesma tendência dos dados dados da FB. A degradação potencial do FDN da polpa cítrica reflete a alta eficiência de conversão de fibra em energia em dietas de vacas de leite em produção, como foi mencionado nos capítulos anteriores.

Os coeficientes de determinação para os valores de desaparecimento da fibra em detergente neutro das dietas utilizadas foram altos, sendo que os valores pouco diferiram entre si. A taxa de degradação do FDN foi maior para a dieta com substituição total de milho por polpa cítrica e menor para a dieta controle, quando comparada com a substituição parcial.

TABELA 17. Fração solúvel (FA), fração insolúvel potencialmente degradável (FB), fração não degradável (FND), degradação potencial (DP), degradação efetiva (DE), taxa de degradação (TD) e coeficiente de determinação (R^2) da fibra em detergente neutro para os seguintes níveis de substituição de milho por polpa cítrica

ITENS	TRATAMENTOS		
	PC0	PC50	PC100
FA	7,59 A	6,43 B	3,67 C
FB	61,00 C	63,18 B	69,03 A
FND	30,55 B	31,37 A	30,84 A
DP	68,60 B	69,61 B	71,83 A
DE	48,40 C	49,64 B	52,91 A
TD	0,10 C	0,11 B	0,15 A
R^2	0,92 A	0,93 A	0,94 A

¹ O peso vivo foi determinado como sendo a média do peso no início e fim do período de coleta de dados.

As médias foram estimadas.

As letras A e B representam os contrastes.

** $P < 0,01$

* $P < 0,05$

Pela forma da curva de degradação percentual da FDN em relação ao tempo, os dados de degradação confirmam os resultados da maior degradação

das dietas contendo polpa cítrica quando comparadas com a dieta controle. A diferença da degradação do FDN das dietas com polpa cítrica em relação a dieta controle se acentua a partir de 6 horas de incubação do material e depois esta diferença se estabiliza, ocorrendo uma parada no acréscimo do aumento de degradação.

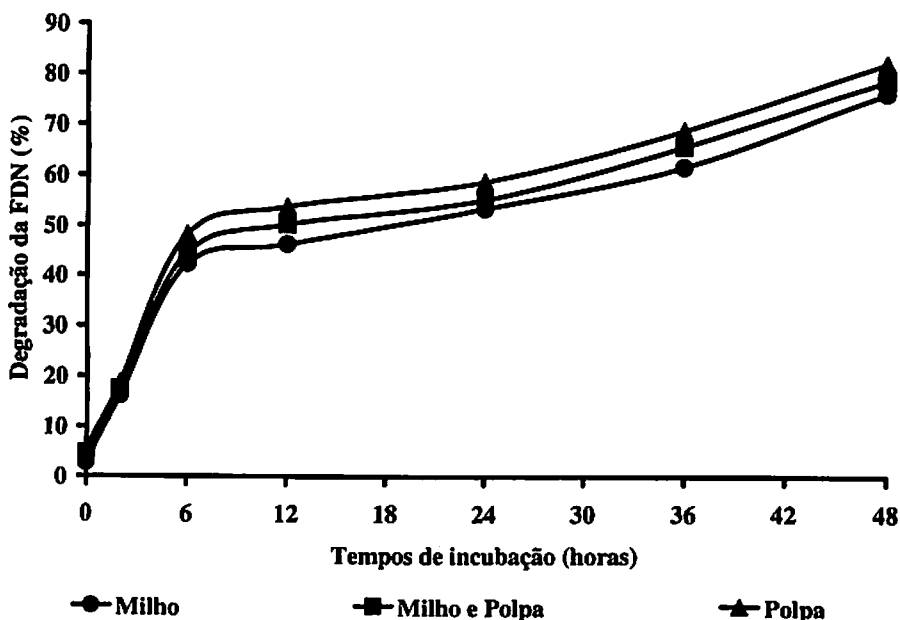


FIGURA 2. Curvas de degradação percentual da fibra em detergente neutro em função do tempo para os diferentes níveis de substituição do milho pela polpa cítrica.

Como tanto a polpa cítrica como o milho são alimentos energéticos e de baixa proporção de proteína, não foram detectadas diferenças estatísticas significativas entre as frações solúvel e insolúvel potencialmente degradável e não degradável. Pode-se notar que ocorre uma pequena tendência na menor

degradação ruminal para as dietas que contêm polpa cítrica, como também para a degradação efetiva e potencial. A taxa de degradação foi um pouco menor para as dietas que continham polpa cítrica, e os coeficientes de correlação foram menores do que para a matéria seca e fibra em detergente neutro, mas ainda foram valores altos.

TABELA 18. Fração solúvel (FA), fração insolúvel potencialmente degradável (FB), fração não degradável (FND), degradação potencial (DP), degradação efetiva (DE) taxa de degradação (TD) e coeficiente de determinação (R^2), da proteína bruta para os seguintes níveis de substituição de milho por polpa cítrica

ITENS	TRATAMENTOS		
	PC0	PC50	PC100
FA	22,84 A	22,61 A	22,15 A
FB	53,86 A	52,40 A	52,49 A
FND	26,05 A	27,36 A	26,99 A
DP	80,70 A	79,91 A	79,64 A
DE	60,84 A	59,07 A	59,89 A
TD	0,10 A	0,09 A	0,09 A
R^2	0,93 A	0,90 B	0,97 A

¹ O peso vivo foi determinado como sendo a média do peso no início e fim do período de coleta de dados.

As médias foram estimadas.

As letras A e B representam os contrastes.

** P<0,01

* P<0,05

As curvas de degradação percentual da proteína bruta em relação aos diferentes tempos de incubação seguem a mesma tendência de variação, sem demonstrar qualquer diferença de formato da curva nem de variação dos dados percentuais de degradação entre os níveis de substituição do milho pela polpa cítrica e da dieta controle.

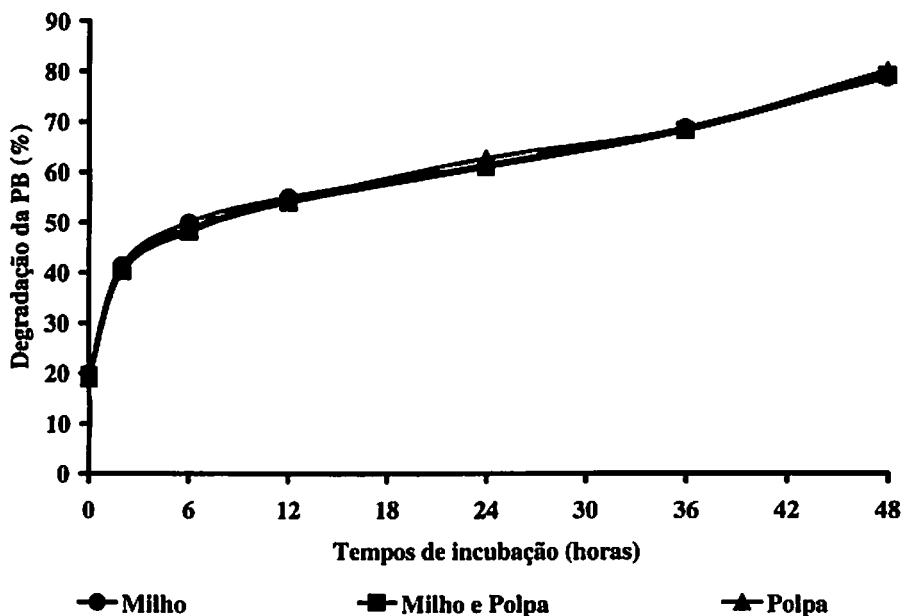


FIGURA 2. Curvas de degradação percentual da proteína bruta em função do tempo para os diferentes níveis de substituição do milho pela polpa cítrica.

O fracionamento dos carboidratos foi estimado a partir da diferença entre as análises das sobras de cocho e da dieta oferecida aos animais.

Pode-se notar, de acordo com a Tabela 19, que a fração dos carboidratos de rápida fermentação foi maior para a dieta com substituição parcial em

relação às demais, e a dieta controle níveis menores do que a com substituição total. A dieta com substituição apresentou valores maiores devido à menor proporção tanto de amido como de pectina das outras duas dietas e maior proporção de açúcares de rápida fermentação. A menor estimativa de carboidratos de rápida fermentação da dieta controle se deve à alta proporção de amido e, com isto, menores quantidades de carboidratos pertencentes a esta fração.

A fração de carboidratos de degradação intermediária foi estimada levando em consideração a quantidade de carboidrato de reserva prontamente degradável pela maior proporção de amido presente na dieta controle em relação à proporção de pectina presente na dieta com polpa cítrica e à fração intermediária na substituição parcial.

A fração de carboidrato de lenta degradação foi estimada de acordo com a quantidade de carboidrato da parede celular que é degradável, sendo este presente em maior quantidade na polpa cítrica em relação ao milho; à dieta que contém maiores níveis de polpa contém conseqüentemente mais carboidrato de lenta degradação, como descrito na Tabela 19.

A fração não degradável dos carboidratos foi menor para a dieta controle e maior para a substituição total de milho por polpa cítrica, estes dados refletem a maior quantidade de fibra presente na polpa cítrica; quando esta é comparada com o milho.

TABELA 19. Médias de fracionamento de carboidratos presentes nas diferentes dietas

ITENS	TRATAMENTOS		
	PC0	PC50	PC100
A	39,22 A**	44,91 B**	41,02
B ₁	26,17 A**	17,22 NS	15,68
B ₂	23,27 A**	25,91 NS	30,43
C	11,33 A**	11,96 NS	12,87

¹ O peso vivo foi determinado como sendo a média do peso no início e fim do período de coleta de dados.

As médias foram estimadas.

As letras A e B representam os contrastes.

** P<0,01

* P<0,05

As curvas de variação do pH ruminal em relação ao tempo não diferiram em sua forma nos diferentes níveis de substituição de milho por polpa cítrica (FIGURA 4), demonstrando que a fermentação ruminal dos diferentes alimentos utilizados nas dietas segue a mesma tendência em relação ao tempo. Pode-se notar que para os animais que recebem dietas com polpa cítrica ocorre uma maior queda do pH ruminal no período inicial da fermentação, com tendência a se igualar aos demais tratamentos com o passar do tempo após o arraçoamento. A queda máxima do pH ruminal, de acordo com os tempos determinados para a verificação, foi observada entre 4 e 6 horas após o arraçoamento. O pH ruminal foi baixo para vacas não lactantes devido ao fornecimento da mesma relação de

forragem/concentrado utilizada para as vacas em lactação com altas produções de leite.

Os dados de literatura são um pouco conflitantes sobre a queda de pH ruminal quando se utiliza polpa cítrica na substituição de milho, sendo que alguns autores (Pinzón e Wing, 1974; Costa, 2002) descrevem queda de pH ruminal mais acentuada para os animais que recebem dietas com níveis mais altos de polpa cítrica em relação àqueles que recebem milho. Outros autores (Bhattacharia e Harb 1973; Highfill et al., 1987; Rocha Filho, 1998; Leiva et al., 2000; Menezes Jr. et al., 2000) descrevem que não ocorrem mudanças nos níveis de pH ruminal quando há substituição de milho por polpa cítrica.

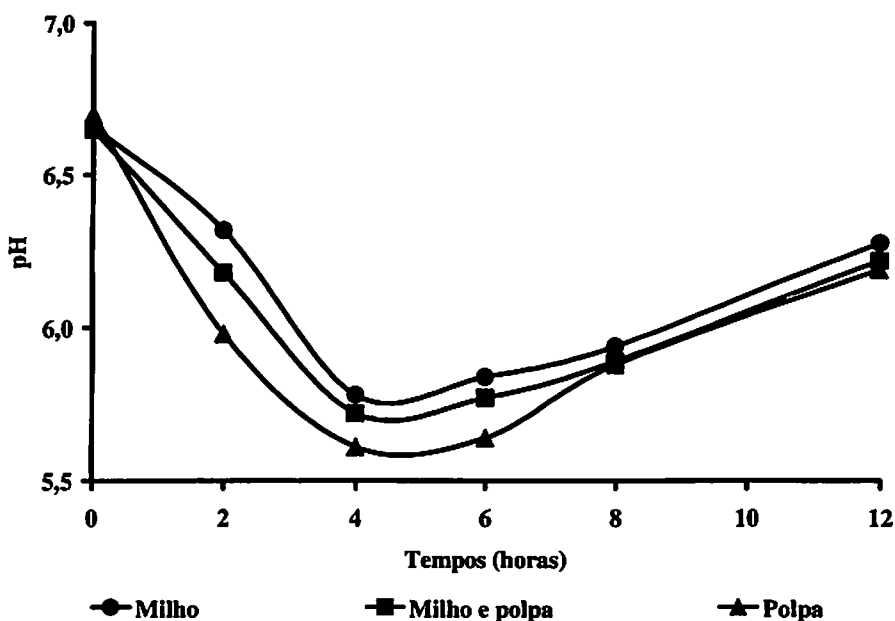


FIGURA 4. Curva de pH ruminal em relação ao tempo para as vacas leiteiras não lactantes submetidas a substituição parcial e total de milho por polpa cítrica.

4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que dietas que contêm polpa cítrica apresentam maior digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro e menor digestibilidade da proteína bruta em relação ao milho; e os padrões de degradabilidade ruminal seguem o mesmo modelo da digestibilidade. O pH ruminal em função do tempo demonstra que ocorre uma maior queda de pH nas primeiras horas após o arraçoamento para as dietas que contêm polpa cítrica, quando comparadas com as dietas que contêm milho. Os padrões de fermentação ruminal e de digestibilidade pouco variam nas dietas com a substituição de milho e de polpa cítrica.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official Methods of the Association of Official Analytical Chemist**. 15.ed. Washington, 1990. v.1, 684p.

BHATTACHARYA, A. N.; HARB, M. Dried citrus pulp as a grain replacement for awasi lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.36, n.6, p.1175-80, Jun. 1973.

BRUNO FILHO, J. R.; BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; FRANCO, G. L.; PORCIONATO, M. A. F.; AZEVEDO Jr., M. A.; SILVEIRA, R. N.; SOARES, W. V. B.; FREITAS, D. Digestibilidade da polpa cítrica peletizada na alimentação de bovinos. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37. Viçosa 2000. **Anais...Viçosa SBZ**, 2000.

CARVALHO, M. P. Citros. In: 6^o SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, Piracicaba, 1995. **Anais... Piracicaba: FEALQ**, 1995. p.171-214.

CALSAMIGLIA, S.; CAJA, G.; STERN, M. D.; CROOKER, B. A. Effects of ruminal versus duodenal dosing of fish meal on ruminal fermentation and milk composition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.78, n.9, p.1999-2007, Sept. 1995.

COSTA, H. N. **Efeito do ambiente ruminal sobre a degradabilidade *in situ* da cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, 2002. 61 p. (Tese de Mestrado em Produção Animal).

EUCLYDES, R. F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa: UFV, 1997. 150 p.

FEGEROS, 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**, Savoy, v.78, n.5, p.1116-1121, May 1995.

HIGHFILL, B. D.; BOGGS, D. L.; AMOS, H. E.; APOSTOLAKI, E. Effects of high fiber energy supplements on fermentation characteristics and in vivo and in situ digestibilities of low quality fescue hay. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.65, n.1, p.224-234, July 1987.

LEIVA, E.; HALL, M. B.; VAN HORN, H. H.; Performance of dairy cattle feed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.83, n.12, p.2866-2875, Dec. 2000.

MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fiber bag technique for determination the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.88, n.1, p.645, Mar 1977.

MENEZES Jr, M. P.; SANTOS, F. A. P.; GUIDI, M. T.; PIRES, A. V.; RIBEIRO, C. V. D. M.; Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa cítrica sobre os parâmetros ruminais e composição do leite de vacas holandesas. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37. Viçosa 2000. Anais...Viçosa SBZ, 2000.

NOCEK, J. E. Bovine acidosis: Implications on laminitis. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.80, n.5, p.1005-1028, May 1997.

NOCEK, J. E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. **Journal of Dairy Science**. Savoy, v.71, n.8, p.2051-2059, Aug. 1988.

OLIVEIRA, M. D. S.; VIEIRA, P. F.; SOUZA, A. BONZATO, D. A. Efeito de métodos de coleta de fluido ruminal sobre a digestibilidade "in vitro" de alguns nutrientes de ração para bovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.22, n.5, p.794-800, set/out. 1993.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 421p.

ORSKOV, E. R.; McDONALD, T. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.92, n.2, p.499-503, Feb, 1979.

PINZON, F. J.; WING, J. M.; Effects of citrus pulp in high urea rations for steers. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.59, n.4, p.1100-971, April 1995.

ROCHA FILHO, R. R.; MACHADO, P. F.; D'ARCE, R. D.; et al. Polpa de citros e de milho e a produção de ácidos graxos voláteis no rúmen. **Scientia Agricola**, v.56, n.2, p.471-477, abr./jun. 1999.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FRANCISCO Jr, J. C. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.11, p.3562-3577, Nov. 1992.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1990. 165p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS user's guide**. Statistical edition. Cary: SAS Institute, 1991. 754p.

VAN SOEST, P. J.; WINE R. H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds: Determination of plant cell wall constituents. **Journal Association Official Analytical Chemistry**. Gaithersburg. v. 51 p. 780-785. 1967.

ANEXOS

ANEXO A	Pag.
TABELA 1A. Resumo da análise de variância para o consumo voluntário da matéria seca total	150
TABELA 2A. Resumo da análise de variância para o consumo voluntário de fibra em detergente neutro (kg/dia)	150
TABELA 3A. Resumo da análise de variância da produção ruminal de acetato	150
TABELA 4A. Resumo da análise de variância da produção ruminal de propionato	151
TABELA 5A. Resumo da análise de variância da produção ruminal de butirato	151
TABELA 6A. Resumo da análise de variância do pH produzido no rúmen em função do tempo	151

TABELA 1A. Resumo da análise de variância para o consumo voluntário da matéria seca total (kg/dia)

FV	GL	QM	Pr > F
QL	3	19,2365	0,0001
VACA (QL)	8	21,0133	0,0001
TRAT	2	0,8011	0,5902
EPOCA	2	2,4436	0,2168

TABELA 2A. Resumo da análise de variância para o consumo voluntário de fibra em detergente neutro (kg/dia)

FV	GL	QM	Pr > F
QL	3	1,7808	0,001
VACA (QL)	8	1,7231	0,001
TRAT	2	0,0796	0,5888
EPOCA	2	2,2081	0,0001

TABELA 3A. Resumo da análise de variância da produção ruminal de acetato (milimoles/dia)

FV	GL	QM	Pr > F
QL	3	38,6781	0,5143
VACA (QL)	8	51,1639	0,4380
TRAT	2	262,2757	0,0138
EPOCA	2	52,1183	0,0138

TABELA 4A. Resumo da análise de variância da produção ruminal de proprionato (milimoles/dia)

FV	GL	QM	Pr > F
QL	3	2,2689	0,3497
VACA (QL)	8	2,5105	0,3065
TRAT	2	16,5902	0,0022
EPOCA	2	5,2835	0,0916

TABELA 5A. Resumo da análise de variância da produção ruminal de butirato (milimoles/dia)

FV	GL	QM	Pr > F
QL	3	0,5552	0,8380
VACA (QL)	8	3,8259	0,1094
TRAT	2	0,3460	0,8403
EPOCA	2	9,3413	0,0207

TABELA 6A. Resumo da análise de variância do pH produzido no rúmen em função do tempo

FV	GL	QM	Pr > F
VACA	2	0,92	0,4091
PER	3	0,53	0,6643
TEM	5	102,80	0,0001
TRAT	2	2,10	0,1416
TEM * TRAT	10	1,41	0,1781