

MARCO AURÉLIO DELMONDES BOMFIM

CARBOIDRATOS SOLÚVEIS EM DETERGENTE NEUTRO EM DIETAS
DE CABRAS LEITEIRAS

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título
de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

MARCO AURÉLIO DELMONDES BOMFIM

CARBOIDRATOS SOLÚVEIS EM DETERGENTE NEUTRO EM DIETAS
DE CABRAS LEITEIRAS

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título
de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 26 de fevereiro de 2003

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Conselheiro)

Prof. José Carlos Pereira

Prof. Kléber Tomás de Resende

Prof. Ricardo Augusto Mendonça Vieira

Prof. Marcelo Teixeira Rodrigues
(Orientador)

A DEUS.

Aos meus pais, Luiz e Edivalda.

Aos meus avós, Manoel e Francisco (*in memoriam*).

Às minhas avós, Suzana e Expedita.

Aos meus irmãos, Marcos Antônio, Jaqueline e Luiz Henrique.

Aos meus sobrinhos Hyago, Yasmin, Letícia e Matheus.

Aos amigos, Durval e Conceição Prazeres.

Aos cunhados Geisiane (Zezi), Paranhos e Michele.

Aos tios, primos e amigos.

OFEREÇO

“Feliz o homem que acha sabedoria, e o homem que adquire conhecimentos; Porque melhor é o lucro que ela dá do que a prata, e melhor a sua renda do que o ouro mais fino”

(Provérbios 3:13-14)

À minha esposa Érika, pelo exemplo de incentivo, companheirismo e amor.

DEDICO

AGRADECIMENTO

A Deus, pela bênção de existir e pela oportunidade de ter saúde, amigos e uma família maravilhosa.

Ao professor Marcelo Teixeira Rodrigues, pela orientação, pelos ensinamentos, pelo exemplo profissional e, sobretudo, pela amizade no decorrer do curso.

Aos professores Sebastião de Campos Valadares Filho, Ricardo Augusto Mendonça Vieira, Kléber Tomás de Resende, Rogério de Paula Lana e José Carlos Pereira, pela colaboração, pelas sugestões e pela amizade.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

Ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À professora Maria Ignez Leão, pela preparação cirúrgica dos animais fistulados, pelas sugestões, pelos ensinamentos e por compartilhar, generosamente, seu bom humor e alegria de viver com seus amigos.

À minha esposa, Érika Bomfim, por estar sempre ao meu lado como colega, amiga e mulher, com dedicação e amor.

Ao meu irmão Marcos Antônio Bomfim, pelas discussões e *insights* acerca do seu e do meu trabalho de pesquisa, especialmente sobre Modelo Descontínuo Linear Response Plateau.

À minha cunhada Geisiane Bomfim (Zezi), pela paciência e amizade compartilhadas durante nossa estada em sua casa.

Ao amigo Eduardo da Costa Eifert (Gaúcho; Tchê), pelas incansáveis discussões em tempestades cerebrais sobre a posição das ligações *cis* e *trans* dos ácidos graxos ou sobre a *pathway* de fermentação anaeróbica da pectina.

À amiga Pollianna de Paula Almeida e seu filho, “meu sobrinho”, Guilherme, pelo seu bom humor, pelo alto astral e pela amizade sincera.

Às amigas e colegas “irmãs” Carla Rodrigues, Daniela Campos, Márcia Candido, Renata Branco, Larissa Pires e Ednéia Lucena, pela amizade, colaboração nos trabalhos experimentais, troca de informações e pelo agradável convívio.

Aos amigos e colegas Antônio Faciola, Vinícius e André Luigi, pela amizade e contribuição nos trabalhos experimentais.

Ao amigo Cláudio Borela, pela amizade e pelo agradável convívio.

Aos funcionários do Setor de Caprinocultura da Universidade Federal de Viçosa: João, Zé Maria, Zé Maria (Corujinha), Geraldinho, Seu Manoel, Seu Madruga, Cláudio (Caiá), Celso, Vilmar e “Lindinho”, pela valiosa contribuição durante a fase de campo dos experimentos.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal: Faustino Monteiro, Wellington, Vera, Valdir, Fernando, pela atenção e colaboração durante a fase de análises laboratoriais.

Ao Seu Jorge, pela convivência durante as longas noites de serão no Laboratório de Nutrição Animal.

Ao amigo Joelson e sua esposa Mirinha, pela amizade e pelo agradável convívio durante a estada em Viçosa.

Aos funcionários da Fábrica de Ração, na pessoa do Mauro Candóia, pela colaboração e amizade.

À amiga e estagiária Valéria Viana, pela valiosa contribuição durante as análises de partição dos carboidratos.

Aos estimados colegas Rennè Galvão, Mara Lucia, Marcus Vinícius Oliveira, Chico e Luciana Rennó, Luciano Cabral, Edenio Detmann, André Viana, Deolindo Stradiotti Júnior, Josué Mendes, André Magalhães, Anderson, Elisio (Cazé), Jailson (Ratinho), Sandro Mendonça, Magno, Sérgio Carvalho, Vicente Júnior, Anselmo, Vítor, Jane, Leidimara Feregueti, Alfredo e Débora Backes, Cláudio Mistura, Salete, Clara Rodrigues (Clarinha), José Augusto, Karine e Arthur Azêvedo, Luciano Melo, Joanis Zervoudakis, Eduardo Kling, Jeferson (Passarinho), Rogério, Rodolfo Torres (Rodolfinho), Eduardo Terra, Webel, Priscila D'Agostine, Fernanda Rocha, Acir, Maíra Camardelli, Nominando, Kênia Marcelino, Marlene, Rodrigo e Moacir, pela amizade compartilhada na convivência ao longo do curso.

Aos funcionários de Departamento de Zootecnia Celeste, Dona Márcia, Cláudio Paulon, Venâncio, Mário, Adilson e Rosana, pela colaboração.

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

BIOGRAFIA

MARCO AURÉLIO DELMONDES BOMFIM, filho de Luiz Albuquerque Bomfim e Edivalda Delmondes Feitosa Bomfim, natural de São Luís, Maranhão, nasceu em 14 de julho de 1972.

Concluiu o segundo grau no Colégio Batista “Daniel de La Touche”, em dezembro de 1989, na cidade de São Luís-MA e ingressou na Universidade Estadual do Maranhão no ano de 1990, onde obteve o grau de Médico Veterinário em maio 1995.

Durante o ano de 1994, foi professor de segundo grau junto ao Governo o Estado do Maranhão. Foi Secretário Municipal de Administração e Finanças da Prefeitura Municipal de Miranda do Norte-MA, no período de janeiro a dezembro de 1997.

Em março de 1998, ingressou no curso de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, onde obteve o título de *Master Science* em Produção Animal, em fevereiro de 2000.

Ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em fevereiro do ano de 2000.

Em outubro de 2002, foi contratado como Pesquisador na área de Nutrição de Ruminantes pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), exercendo suas funções na EMPRAPA Caprinos em Sobral-CE.

Submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de *Doctor Science* em Nutrição e Produção de Ruminantes, em 26 de fevereiro de 2003.

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xix
RESUMO.....	xxii
ABSTRACT.....	xxv
Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro em Dietas à Base de Feno de Alfafa (<i>Medicago sativa</i>) para Cabras Lactantes.....	1
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
Introdução.....	3
Material e Métodos.....	5
Resultados e Discussão.....	10
Conclusões.....	21
Literatura Citada.....	22
Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro em Dietas à Base de Feno de Tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) para Cabras Lactantes.....	26
RESUMO.....	26
ABSTRACT.....	27
Introdução.....	28

Material e Métodos.....	30
Resultados e Discussão.....	35
Conclusões.....	47
Literatura Citada.....	48
Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro e Parâmetros Digestivos em Cabras Leiteiras.....	52
RESUMO.....	52
ABSTRACT.....	53
Introdução.....	54
Material e Métodos.....	56
Resultados e Discussão.....	63
Conclusões.....	81
Literatura Citada.....	82
APÊNDICES.....	86
APÊNDICE A.....	87
APÊNDICE B.....	96
APÊNDICE C.....	105

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 1

1	Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca.....	6
2	Composição químico-bromatológica dos alimentos experimentais, expressa na base da matéria seca.....	6
3	Composição químico-bromatológica das dietas experimentais, expressa na base da matéria seca.....	7
4	Efeito do perfil de CSDN sobre o consumo de matéria seca e nutrientes.....	10
5	Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes, em função da razão AmAs:FSDN da dieta.....	12
6	Consumos e quantidade de compostos nitrogenados ingeridos e excretados, em função da razão AmAs:FSDN.....	14
7	Efeito da razão AmAs:FSDN sobre a produção de leite (PL) e os constituintes lácteos.....	15
8	Efeito da razão AmAs:FSDN sobre o comportamento ingestivo dos animais experimentais.....	20

CAPÍTULO 2

1	Proporção dos ingredientes nas dietas, expressa na base da matéria seca.....	31
2	Composição químico-bromatológica dos alimentos experimentais.....	31
3	Composição químico-bromatológica das dietas experimentais.....	32
4	Efeito das diferentes relações do perfil de CSDN sobre o consumo de matéria seca e nutrientes	35
5	Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes, em função da razão AmAs:FSDN da dieta.....	39
6	Médias, equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) e de variação (CV) do consumo, da excreção e retenção de compostos nitrogenados.....	40
7	Efeito da razão AmAs:FSDN sobre a produção de leite, os constituintes lácteos e a eficiência de utilização da energia metabolizável para a produção de leite.....	42
8	Efeito da razão AmAs:FSDN sobre o comportamento ingestivo dos animais experimentais	47

CAPÍTULO 3

1	Proporção dos ingredientes nas dietas, expressa na base da matéria seca.....	57
2	Composição químico-bromatológica dos alimentos experimentais.....	58
3	Composição químico-bromatológica das dietas experimentais.....	59
4	Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de regressão (R^2) e de variação (CV), para o consumo de matéria seca e nutrientes.....	64

5	Média, equação de regressão (ER), coeficientes de determinação (R^2) e de variação (CV) da digestibilidades total, ruminal e intestinal da matéria seca e nutrientes, em função da razão AmAs:FSDN da dieta..	66
6	Efeito do perfil de CSDN sobre os parâmetros ruminais.....	70
7	Médias, equações de regressão (ER), coeficientes de determinação (R^2) e de variação (CV) do efeito do perfil de CSDN sobre fluxo de compostos nitrogenados para o abomaso e eficiência de síntese microbiana, em função da razão AmAs:FSDN.....	74
8	Média, equações de regressão (ER), coeficientes de determinação e regressão (R^2) e variação (CV) do efeito do perfil de CSDN sobre a massa ruminal média dos animais.....	79

APÊNDICE A

1A	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao peso vivo (PV), consumo de matéria seca em g/dia (CMS), em percentual do peso vivo (CMSPV) e em g/kg de peso metabólico (CPMET).....	87
2A	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos consumos, em g/dia, de proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), cinzas (CCZ) e fibra em detergente neutro (CFDN).....	88
3A	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo de fibra em detergente neutro em percentual do peso vivo (CFDNPV) e consumos de carboidrato solúvel em detergente neutro (CCSDN), em g/dia, de amido (CAm) e açúcar solúvel (CAs), em g/dia.....	89
4A	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo, em g/dia, de fibra solúvel em detergente neutro (CFSDN) e digestibilidade, em percentual, da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB) e do extrato etéreo (DEE).	90
5A	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à digestibilidade (%) das cinzas (DCZ), da fibra em detergente neutro (DFDN) e dos carboidratos solúveis em detergente neutro (DCSDN) e ao consumo de nitrogênio (CONS N), em g/dia.....	91

6A	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores, em g/dia, referentes ao nitrogênio excretado nas fezes (N FEZES), na urina (N URINA), no leite (N LEITE) e nitrogênio retido (N RET).....	92
7A	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à produção de leite (PL), em g/dia, à eficiência de utilização da energia metabolizável para a produção de leite (KI) e ao percentual de proteína bruta (PB) e gordura (G) no leite.....	93
8A	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à concentração de lactose do leite (L) e ao tempo despendido com alimentação (ALIM), ruminação (RUMIN) e ócio (OCIO), em min/dia.	94
9A	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos consumos de energia líquida (ELC), em Mcal/dia, e de nutrientes digestíveis totais (NDTC), em g/dia.	95

APÊNDICE B

1B	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao peso vivo (PV), consumo de matéria seca, em g/dia (CMS), percentual do peso vivo (CMSPV) e g/kg de peso metabólico (CPMET).....	96
2B	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos consumos, em g/dia, de proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), cinzas (CCZ) e fibra em detergente neutro (CFDN).....	97
3B	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo de fibra em detergente neutro, em percentual do peso vivo (CFDNPV), e consumos de carboidrato solúvel em detergente neutro (CCSDN), de amido (CAm) e açúcar solúvel (CAs), em g/dia	98
4B	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo, em g/dia, de fibra solúvel em detergente neutro (CFSDN) e digestibilidade, em percentual, da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB) e do extrato etéreo (DEE).....	99
5B	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à digestibilidade, em percentual, das cinzas (DCZ), da fibra em detergente neutro (DFDN), dos carboidratos solúveis em detergente neutro (DCSDN) e ao consumo de nitrogênio (CONS N), em g/dia.....	100

6B	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores, em g/dia, referentes ao nitrogênio excretado nas fezes (N FEZES), na urina (N URINA), no leite (N LEITE) e nitrogênio retido (N RET).....	101
7B	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à produção de leite (PL), em g/dia, eficiência de utilização da energia metabolizável para produção de leite (KI), percentual de proteína bruta (PB) e gordura (G) no leite.....	102
8B	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à concentração de lactose do leite (L) e ao tempo despendido com alimentação (ALIM), ruminação (RUMIN) e ócio (OCIO), em min/dia.....	103
9B	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos consumos de energia líquida (ELC), em Mcal/dia, e de nutrientes digestíveis totais (NDTC), em g/dia.....	104

APÊNDICE C

1C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao peso vivo (PV), em kg, peso metabólico (PMET), em g, e consumo de matéria seca, em g/dia (CMS) e em percentual o peso vivo (CMSPV).....	105
2C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo de matéria seca, em g/kg de peso metabólico (CPMET), e consumos, em g/dia, de proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE) e cinzas (CCZ).....	106
3C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo de fibra em detergente neutro, em g/dia (CFDN) e em percentual do peso vivo (CFDNPV), e consumo, em g/dia, de carboidratos solúveis em detergente neutro (CCSDN) e amido (CAm)	107
4C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo, em g/dia, de açúcar (CAs) e fibra solúvel em detergente neutro (CFSDN) e digestibilidade (%) de matéria seca (DMS) e proteína bruta (DPB).....	108

5C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à digestibilidade (%) de extrato etéreo (DEE), cinzas (DCZ), fibra em detergente neutro (DFDN) e carboidratos solúveis em detergente neutro (DCSDN).....	109
6C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à digestibilidade, em percentual, de amido (DA _m), açúcar (DA _s) e fibra solúvel em detergente neutro (DFSDN) e à quantidade, em g/dia, de matéria orgânica degradada no rúmen (MODR).....	110
7C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à quantidade, em g/dia, de carboidratos degradados no rúmen (CTDR) e digestibilidade ruminal, em percentual do total digerido, da matéria seca (DRMS), proteína bruta (DPB) e fibra em detergente neutro DRFDN).....	111
8C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à digestibilidade ruminal, em percentual do total digerido, dos carboidratos solúveis em detergente neutro (DRCS _{DN}), do amido (DAM), do açúcar solúvel (DRAS) e da fibra solúvel em detergente neutro (DRFS _{DN}).....	112
9C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à massa ruminal média, em g, de matéria seca (MSR), proteína bruta (PBR), extrato etéreo (EER) e cinzas (CZR).....	113
10C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à massa ruminal média, em g, de fibra em detergente neutro (FDNR), carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDNR), amido (AmR) e açúcares solúveis (AsR).....	114
11C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à digestibilidade intestinal, em percentual da digestibilidade total, da matéria seca (DIMS), da proteína bruta (DIPB), da fibra em detergente neutro (DIFDN) e dos carboidratos solúveis em detergente neutro (DICSDN).....	115
12C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à digestibilidade intestinal, em percentual da digestibilidade total, do amido (DIAM), dos açúcares solúveis (DIAS) e da fibra solúvel em detergente neutro (DIFSDN) e ao consumo de energia líquida (ELC), em Mcal/dia.....	116

13C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo, em g/dia, de nutrientes digestíveis totais (NDTC), à eficiência de síntese microbiana em g de proteína microbiana microbiano por kg de NDT consumido (PBMNDT), em g de nitrogênio microbiano por kg de NDT consumido (NMNDT) e em g de nitrogênio microbiano por kg de carboidratos degradados no rúmen (NMCTDR).....	117
14C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à eficiência de síntese microbiana, em g de nitrogênio microbiano por kg de matéria orgânica degradada no rúmen (NMMODR) e em g por Mcal de energia líquida consumida (NMELC), à taxa de passagem, em %/hora, e ao fluxo de proteína bruta para o abomaso, em g/dia (FLPB).....	118
15C	Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao fluxo, em g/dia, de nitrogênio total (FLN), nitrogênio (FLNMIC) e proteína bruta microbianos (FLPBMIC).....	119

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 1	
1 Efeito da razão AmAs:FSDN na concentração de proteína bruta do leite (PB) (g kg^{-1}).....	16
CAPÍTULO 2	
1 Consumo de matéria orgânica (CMO), em função da razão amido + açúcar solúvel em relação à FSDN (AmAs:FSDN).....	36
2 Produção de leite em função da razão amido + açúcar solúvel em relação à FSDN (AmAs:FSDN).....	43
CAPÍTULO 3	
1 Digestibilidade aparente do amido, em função da relação AmAs:FSDN.....	68
2 Efeito da razão entre amido + açúcares solúveis em relação à FSDN (AmAs:FSDN) sobre a digestibilidade ruminal da FSDN (DRFSDN).....	69
3 Efeito da razão entre amido + açúcar solúvel em relação à FSDN sobre o pH ruminal (a) e o índice pH-hora (b).....	71

4	Efeito da razão entre amido + açúcar solúvel em relação à FSDN (AmAs:FSDN) sobre a eficiência de síntese de N microbiano por kg de CHODR (a) e MODR (b).....	74
5	Representação gráfica das vias EMBDEN-MEYERHOF-PARNAS (EMP) e ENTNER-DUODOROFF (ED), ambas utilizadas na fermentação de carboidratos por microrganismos anaeróbios.....	78
6	Quantidade ruminal de amido (AmRum), em função da razão entre amido + açúcar solúvel em relação à fibra solúvel em detergente neutro (AmAs:FSDN).....	80

LISTA DE ABREVIATURAS

AAE	Aminoácidos essenciais
AANE	Aminoácidos não essenciais
Am	Amido
AmAs	Somatório das concentrações de amido e açúcares solúveis
AmAs:FSDN	Razão entre o somatório dos teores de amido e açúcares solúveis e o teor de fibra solúvel em detergente neutro
As	Açúcares solúveis
Ca	Cálcio
CF	Carboidrato fibroso
CNF	Carboidrato não fibroso
CSDN	Carboidratos solúveis em detergente neutro
CT	Carboidratos totais
CTDR	Carboidratos totais degradados no rúmen

ED	Energia digestível
EE	Extrato etéreo
EL _{3x}	Energia líquida 3x a manutenção
EM	Energia metabolizável
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FLPB	Fluxo de proteína bruta para o abomaso
FLPBMic	Fluxo de proteína microbiana para o abomaso
FSDN	Fibra solúvel em detergente neutro
G	Teor de gordura do leite
Lac	Teor de lactose do leite
LCG4%	Produção de leite corrigido para 4% de gordura
LDA	Lignina em detergente ácido
MAP	Fosfato monoamônio
MDPS	Milho desintegrado com palha e sabugo
MO	Matéria orgânica
MODR	Matéria orgânica degradada no rúmen
MS	Matéria seca
N	Nitrogênio
NDT _{3x}	Nutrientes digestíveis totais 3x a manutenção
NIDA	Nitrogênio insolúvel em detergente ácido
NIDN	Nitrogênio Insolúvel em detergente neutro
NMic	Nitrogênio de origem microbiana

NT	Nitrogênio total
P	Fósforo
PB	Proteína bruta
PBL	Teor de proteína bruta do leite
pH	Potencial hidrogeniônico
pH-hora	Índice para mensuração do tempo em que pH permanece abaixo de determinado limite ao longo do dia
PL	Produção de leite
PLCG4%	Produção de leite corrigido para 4% de gordura

RESUMO

BOMFIM, Marco Aurélio Delmondes, D.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2003. **Carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas de cabras leiteiras** Orientador: Marcelo Teixeira Rodrigues. Conselheiros: Sebastião de Campos Valadares Filho e Rogério de Paula Lana.

Três experimentos foram conduzidos para avaliar possíveis interações entre os perfis de carboidratos solúveis em detergente neutro e fontes de fibra para cabras leiteiras sob dietas contendo baixa concentração de fibra. No primeiro trabalho, foram utilizadas cinco cabras em delineamento em quadrado latino 5 x 5 para avaliar o efeito de cinco quocientes entre amido + açúcares solúveis em relação à fibra solúvel em detergente neutro (AmAs:FSDN), em base forrageira de feno de alfafa (*Medicago sativa*). Os tratamentos foram definidos pela razão entre AmAs:FSDN de 0,89; 1,05; 1,24; 1,73; e 2,92. Foram medidos o consumo, a digestibilidade, o balanço de nitrogênio, a produção e constituintes lácteos, além do comportamento ingestivo. A digestibilidade da matéria seca, da FDN e dos Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro (CSDN) reduziu de forma linear, com o aumento nos níveis de amido e açúcares. O aumento na razão AmAs:FSDN reduziu a excreção urinária, resultando em incremento na retenção de nitrogênio. O segundo trabalho foi planejado da mesma

forma que o primeiro, com exceção da fonte de fibra forrageira das dietas, que, neste caso, foi a o feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon spp*), o que resultou em alteração das razões entre AmAs:FSDN estudadas, que foram: 1,34; 1,94; 2,08; 3,95; e 9,04. Houve tendência de efeito quadrático da razão estudada sobre o consumo de matéria seca, o que pode ter contribuído para o efeito significativo dos tratamentos sobre o consumo de CSDN, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e energia (EL_{3X}). A digestibilidade da matéria seca (DMS) reduziu linearmente com o aumento nos níveis de amido e açúcar, que foi influenciada pela redução, também linear, da digestibilidade da fibra e do CSDN. A retenção de nitrogênio foi afetada de maneira quadrática pelo perfil do CSDN, com ponto de máximo de 5,06 para a razão entre AmAs:FSDN. A produção de leite apresentou ajuste semelhante e teve ponto de máximo de 6,07. As concentrações de lactose e gordura láctea não foram influenciadas mas o teor de proteína bruta respondeu de forma linear positiva ao aumento na razão AmAs:FSDN. No terceiro experimento, cinco cabras não lactantes, fistuladas no rúmen e abomaso, foram distribuídas em um delineamento experimental em quadrado latino 5 x 5. A variável independente foi a razão entre as concentrações de amido, associado ao açúcar solúvel, e a fibra solúvel em detergente neutro (AmAs:FSDN) em dietas à base de feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*). Os tratamentos foram: 0,82; 1,30; 1,63; 2,94; e 5,35 da razão AmAs:FSDN. Não houve efeito dos tratamentos sobre o consumo voluntário de MS, PB, EE, FDN, CSDN e energia. O aumento na razão AmAs:FSDN reduziu linearmente a digestão ruminal da MS, da FDN, da PB e dos CSDN, mas, de maneira contrária, a digestão intestinal destes componentes aumentou linearmente, resultando em nenhuma alteração na digestibilidade total. O aumento na proporção de amido na dieta reduziu de forma linear o pH e elevou o tempo em que esta variável permaneceu com valores abaixo do valor de 6,2. O perfil de ácidos graxos, a amônia ruminal e taxa de passagem não foram afetados pelos tratamentos. A maior participação de FSDN nas dietas reduziu a eficiência de síntese e o fluxo de proteína microbiana e de proteína total para o abomaso. Em dietas com alta concentração de CSDN à base de alfafa, a manutenção dos teores de amido e açúcar solúvel em relação à FSDN, entre 0,89 e

2,92, não influi no consumo de matéria seca, energia ou proteína e, dessa maneira, não altera a produção de leite em cabras leiteiras. De maneira inversa, o uso da forrageira Tifton 85 (*Cynodon* spp.) determina maior razão entre AmAs:FSDN, o que poderia maximizar a produção de leite ao atingir o valor de 6,07. O aumento na concentração de FSDN, em substituição ao amido e açúcares, resulta em menor eficiência de síntese e fluxo de proteína microbiana para o abomaso, aumentando a excreção de nitrogênio e reduzindo o percentual de proteína bruta do leite. Em dietas com alta proporção de CSDN, o perfil dos carboidratos deve ser observado, especialmente quando a base forrageira for de gramíneas, associando os efeitos positivos da FSDN sobre a manutenção do pH ruminal e do amido sobre a eficiência e o fluxo de proteína microbiana para o abomaso.

ABSTRACT

BOMFIM, Marco Aurélio Delmondes, D.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2003. **Neutral detergent soluble carbohydrate in dairy goats diets.** Adviser: Marcelo Teixeira Rodrigues. Committee members: Sebastião de Campos Valadares Filho and Rogério de Paula Lana.

Three experiments were conducted to evaluate possible interactions between neutral detergent soluble carbohydrate profile and fiber sources in low fiber diets for dairy goats. In the first work, five goats were assigned to a 5 x 5 Latin square design to evaluate the effect of five ratio of starch + soluble sugars to neutral detergent soluble fiber (StSu:NDSF) in alfalfa hay-based diets. Treatments were defined by the ratio of StSu:NDSF at 0.89, 1.05, 1.24, 1.73 and 2.92. Intake, digestibility, nitrogen balance, milk yield and composition, and eating behavior were measured. Digestibility of dry matter, of NDF, and of NDSC linearly reduced as both starch and sugar levels increased. Higher values of the ratio StSu:NDSF resulted in a reduction of urinary excretion with a raise in nitrogen retention. The second experiment was designed similarly to the first one, but the forage source (Tifton 85 hay, *Cynodon* spp) resulting in different ratios of StSu:NDSF, that is 1.34, 1.94, 2.08, 3.95, and 9.04. There was a tendency for a quadratic effect on dry matter intake, which may have contributed for the significant effect of treatments on intake of NDSC, crude protein, ether extract, and

energy (NE_{3x}). Dry matter digestibility linearly reduced by increasing Starch and Sugar levels as a consequence of linear reductions in both fiber and NDSC digestibility values. Nitrogen retention was quadratically affected by the NDSC profile, with a maximum at the ratio of 5.06. Milk yield, presented a similar adjustment, with maximum at 6.07. Milk lactose and fat percentage were not influenced, whereas crude protein content showed positive linear response to the increase of StSu:NDSF ratio. In the third experiment, five non-lactating goats, fistulated in both rumen and abomasum were assigned to a 5 x 5 Latin square design. The ratio between starch, associated with soluble sugar, to neutral detergent soluble fiber (StSu:NDSF), in Tifton 85 (*Cynodon* spp.) hay based diet, was the independent variable. Treatments were set as 0.82, 1.30, 1.63, 2.94, and 5.35 of the StSu:NDSF ratio. No treatment effect was observed on intake of DM, CP, EE, NDF, NDSC and energy. Ruminant digestion of DM, NDF, CP and NDSC reduced linearly by increasing the StSu:NDSF ratio, whereas a linear increase in intestinal digestion was observed, resulting no change in total digestibility. Adding starch and sugar to diets reduced linearly rumen pH values, and increased time in which pH was maintained under the value of 6.2. Fatty acids profile, ruminal ammonia, and passage rate were not affected by treatments. Higher contribution of dietary NDSF resulted in reduction of microbial efficiency and of total protein flow to abomasum. In alfalfa-based diets with high NDSC concentration, the maintenance of starch and soluble sugars contents, in relation to NDSF, from 0.89 to 2.92, did not affect intake of both nutrients and milk yield in dairy goats. Conversely, the use of Tifton 85 hay (*Cynodon* spp.) determine a higher ratio of StSu:NDSF which could maximize milk yield as ratio reaches 6.07. Replacement of starch and soluble sugars by NDSF results in lower microbial efficiency and flux of protein to abomasum, which in turn increase excretion of nitrogen and reduces milk protein percentage. In diets with high proportion of NDSC the carbohydrate profile should be observed, especially on those based on grasses, by associating the positive NDSF effects on maintenance of ruminal pH and of starch on improving efficiency and microbial protein flow to the abomasum.

Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro em Dietas à Base de Feno de Alfafa (*Medicago sativa*) para Cabras Lactantes

RESUMO - Objetivou-se com este trabalho avaliar diferentes perfis de Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro (CSDN) em dietas apresentando baixa proporção de fibra, à base de alfafa, para cabras lactantes. Foram distribuídas cinco cabras em um delineamento em quadrado latino 5 x 5, utilizando-se a razão entre amido + açúcares solúveis : fibra solúvel em detergente neutro (AmAs:FSDN) como variável independente. Os tratamentos foram: 0,89; 1,05; 1,24; 1,73; e 2,92 da razão AmAs:FSDN. Os consumos de MS, MO, PB, EE e FDN não foram afetados pelos tratamentos, entretanto, a digestibilidade da MS, da FDN e do CSDN reduziu de forma linear com o aumento nos níveis de amido e açúcares. O aumento na razão AmAs:FSDN reduziu a excreção urinária e aumentou a retenção de nitrogênio, bem como o percentual de proteína láctea. Em dietas com alta concentração de CSDN à base de alfafa, a manutenção dos teores de amido e açúcar solúvel em relação à FSDN, entre 0,89 e 2,92, não influencia o consumo de matéria seca, energia ou proteína e, dessa maneira, não altera a produção de leite, entretanto, o perfil de CSDN pode alterar o metabolismo protéico em cabras leiteiras. Maior proporção de FSDN nas dietas aumenta a excreção urinária do nitrogênio e reduz o percentual de proteína do leite.

Palavras-chave: CSDN, CNF, pectina, FSDN, amido, açúcares

**Neutral Detergent Soluble Carbohydrates in Alfalfa Hay (*Medicago sativa*)
Based Diets for Dairy Goats**

ABSTRACT - This work aimed to evaluate different profiles of Neutral Detergent Soluble Carbohydrate (NDSC) in low fiber diets, based on alfalfa hay, for lactating goats. Five goats were assigned to a 5 x 5 latin square design by using the ratio between starch + soluble sugar to neutral detergent soluble fiber (StSu:NDSF), as independent variable. Treatments were set as 0.89, 1.05, 1.24, 1.73, and 2.92 of StSu:NDSF ratio. Intakes of DM, OM, CP, EE and NDF were not affected by treatments, however, digestibility of DM, NDF and NDSC linearly declined as starch and sugar levels increased. The increase in StSu:NDSF ratio resulted in a decrease of urinary excretion and an increase of nitrogen retention and of milk protein percentage. Maintaining the starch and soluble sugar contents, in relation to NDSF, from 0.89 to 2.92, in alfalfa-based diets, with high NDSC concentration, do not affect intake of dry matter, of energy or protein as milk yield in dairy goats. NDSC profile in diets may affect protein metabolism in dairy goats. Use of high proportion of NDSF increase nitrogen urinary excretion and decrease milk protein percentage.

Key Words: NDFSC, NFC, pectin, NDSF, starch, soluble sugars

Introdução

O sistema detergente de análise de alimentos desenvolvido por Van Soest (1967) reformulou a classificação bromatológica dos carboidratos na nutrição de ruminantes após mais de 100 anos do sistema de Weende. A partir deste conceito, os carboidratos foram divididos em função de sua solubilidade em detergente neutro. O resíduo insolúvel em detergente neutro constitui os carboidratos fibrosos (CF), de lenta e parcial digestão, que exercem efeito de repleção no trato gastro-digestório, enquanto os carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN), também chamados de carboidratos não-fibrosos (CNF), representam a fração prontamente disponível à digestão.

Dietas com maior proporção de CSDN estão relacionadas a maior consumo de energia e produção de leite. Entretanto, dietas com alta concentração destes nutrientes podem alterar o padrão de fermentação e reduzir o pH ruminal, a digestibilidade da fibra, a eficiência de crescimento microbiano e a concentração de gordura láctea.

Contudo, estes efeitos citados podem diferir em função do perfil de CSDN da dieta, embora os atuais sistemas de avaliação de alimentos considerem esta fração como uniforme. Neste grupo estão incluídos o amido, os açúcares solúveis e a fibra solúvel em detergente neutro (FSDN), ou polissacarídeos não-amiláceos (PNA), constituídos de pectina, (1→3) (1→4) β-glicanos e frutanas.

As diferenças nas características de fermentação ruminal e indigestibilidade por enzimas de mamíferos justificam a separação destes carboidratos. A fermentação do amido e dos açúcares solúveis pode gerar lactato como produto final da degradação ruminal, contribuindo para redução no pH e digestão da fibra no rúmen. Além disso, estes carboidratos tendem a produzir menor relação acetato:propionato, resultando em menor teor de gordura láctea, e, caso escapem da degradação ruminal, são passíveis de digestão enzimática pós-ruminal, podendo contribuir, no intestino delgado, para aporte de glicose para o hospedeiro.

A taxa de fermentação e degradação da FSDN é rápida e extensa, de maneira semelhante ao amido e açúcares solúveis, mas não tende a produzir ácido láctico, e mantém maior relação acetato:propionato no fluido ruminal. Contudo, no intestino delgado, devido a sua composição em carboidratos e suas ligações químicas, não são digeridos por enzimas de mamíferos e, portanto, não contribuem de maneira significativa para o aporte de energia.

Estas observações teóricas têm-se reproduzido em trabalhos na literatura com ovinos (Ben-Ghedalia et al., 1989) e vacas de leite (Rocha Filho et al., 1998; Leiva et al., 2000; Solomon et al. 2000).

Em cabras leiteiras, dietas com diferentes fontes de amido e FSDN não afetaram a produção de leite em animais com produção média de $1,67 \text{ L.d}^{-1}$ (Danelón et al., 2001).

Deve-se ainda considerar que os atuais modelos não consideram a possível interação entre os CSDN e as diferentes fontes forrageiras. Os carboidratos fibrosos exercem importante papel na manutenção de adequado ambiente ruminal não só estimulando a ruminação e o fluxo de saliva para o rúmen, mas também contribuindo para o tamponamento do ambiente na captação de íons H^+ do meio, face ao seu conteúdo em substâncias pécticas e polifenólicos, especialmente nas forrageiras leguminosas, o que oferece maior poder tampão ao meio.

A produção de leite de cabra em sistemas criação intensivos, especialmente no sudeste do Brasil, tem crescido (Cordeiro, 1998; Resende, 2002). Este comportamento conduz à maior especialização das cabras leiteiras e formulação de dietas com maior proporção de CSDN e todos os aspectos inerentes ao seu adequado balanceamento. Portanto, é importante o conhecimento dos aspectos produtivos e digestivos de cabras leiteiras alimentadas com dietas de alta concentração de CSDN e as implicações de diferentes relações entre os componentes desta fração.

Assim, objetivou-se avaliar as respostas de cabras leiteiras em lactação alimentadas com dietas de alta proporção de CSDN com diferentes perfis, tendo com base forrageira o feno de alfafa.

Material e Métodos

Este ensaio experimental foi desenvolvido nas dependências do Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizadas cinco cabras da raça Alpina, nulíparas e multíparas, com aproximadamente 60 dias de lactação e peso vivo médio de $48,44 \pm 7,49$ kg, confinadas em baias individuais com dimensões de 1,5 x 2,0 m de piso ripado, adaptadas para coleta total de fezes e urina.

Os animais foram arrançados em delineamento experimental em quadrado latino 5 x 5, para avaliar os efeitos de cinco razões entre carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN), em dietas com alta concentração de CSDN, tendo como base forrageira o feno de alfafa (*Medicago sativa*). A razão entre as concentrações de amido associado ao açúcar solúvel (AmAs) em relação à FSDN (AmAs:FSDN) foi a variável independente utilizada para caracterizar os tratamentos. Esta separação teve como base a similaridade entre os produtos finais da fermentação e efeitos potenciais sobre a acidose láctica.

A proporção dos ingredientes nas dietas e a composição dos alimentos e das dietas encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 1, 2 e 3. As dietas, isoprotéicas e isoenergéticas, foram balanceadas com níveis mínimos de participação de fibra de forragem para maximizar o consumo de CSDN e seus efeitos sobre a digestão e o desempenho animal.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa na base da matéria seca

Alimento	Tratamentos				
	A1	A2	A3	A4	A5
Feno de alfafa	40,76	40,76	40,76	40,76	40,76
MDPS ¹	0,00	8,27	11,00	31,91	45,40
Polpa cítrica	42,45	34,20	26,60	12,60	0,00
Farelo de soja	15,00	15,00	14,00	13,00	12,00
MAP ²	0,99	0,96	0,95	0,93	0,45
Fosfato bicálcico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65
Calcáreo	0,00	0,00	0,00	0,71	0,00
Mistura mineral	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Relação vol:conc	40,8:59,2	40,8:59,2	40,8:59,2	40,8:59,2	40,8:59,2

¹Milho desintegrado com palha e sabugo; ²Fosfato monoamônio.

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica dos alimentos experimentais, expressa na base da matéria seca

Itens	Alimentos			
	Feno de alfafa	MDPS	Polpa cítrica	Farelo de soja
MS (g.kg ⁻¹)	847,6	831,7	881,9	886,2
MO (g.kg ⁻¹)	881,7	973,4	916,9	923,4
CZ (g. kg ⁻¹)	100,2	21,4	73,3	67,9
PB (g.kg ⁻¹)	181,8	84,9	54,5	505,5
NIDN (g.100g ⁻¹ NT) ¹	21,02	17,93	45,19	0,71
NIDA (g.100g ⁻¹ NT) ²	15,12	4,71	30,59	0,67
EE (g.kg ⁻¹)	13,5	24,3	21,6	25,6
CT (g. kg ⁻¹) ³	704,5	869,4	850,6	401,0
FDN (g. kg ⁻¹)	405,3	251,9	210,0	124,7
CSDN (g. kg ⁻¹) ⁴	299,2	617,5	640,6	276,3
Amido (g. kg ⁻¹)	39,3	538,1	51,1	52,4
Açúcares solúveis (g. kg ⁻¹)	51,3	27,2	324,4	81,8
FSDN (g. kg ⁻¹) ⁷	205,4	0,00	300,0	139,8
FDA (g. kg ⁻¹)	371,0	120,8	161,0	85,3
LDA (g. kg ⁻¹) ⁸	134,2	13,9	32,3	4,8
EL _{3x} (Mcal. kg ⁻¹) ⁹	1,20	1,94	1,75	2,02
Ca (g. kg ⁻¹)	12,0	0,8	21,9	2,9
P (g. kg ⁻¹)	24,0	2,1	1,3	7,1

¹Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ²Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ³Carboidratos totais; ⁴Carboidratos solúveis em detergente neutro; ⁵Amido; ⁶Açúcares solúveis; ⁷Fibra solúvel em detergente neutro; ⁸Lignina em detergente ácido; ⁹Energia líquida 3x manutenção.

Tabela 3 - Composição químico-bromatológica das dietas experimentais, expressa na base da matéria seca

Itens	Tratamentos				
	A1	A2	A3	A4	A5
MS (g.kg ⁻¹)	879,4	875,4	870,5	862,6	855,4
MO (g. kg ⁻¹)	921,4	925,9	930,2	940,4	945,0
CZ (g. kg ⁻¹)	78,6	74,1	69,8	59,6	55,0
PB (g. kg ⁻¹)	165,3	170,0	167,4	171,5	170,9
NIDN (g.100g ⁻¹ NT) ¹	27,74	25,60	23,67	20,10	16,67
NIDA (g.100g ⁻¹ NT) ²	19,77	17,17	15,26	11,80	8,51
EE (g. kg ⁻¹)	18,8	19,1	20,4	20,4	20,5
CT (g. kg ⁻¹) ³	737,4	736,8	742,4	748,5	753,6
FDNf (g. kg ⁻¹) ⁴	202,7	202,7	202,7	202,7	202,7
FDN (g. kg ⁻¹)	287,8	294,0	294,9	308,0	312,0
CSDN (g. kg ⁻¹) ⁵	449,6	442,8	447,5	440,5	441,6
Amido (g. kg ⁻¹)	43,5	83,9	121,1	188,1	260,2
Açúcares solúveis (g. kg ⁻¹)	176,5	141,9	120,6	84,1	41,5
FSDN (g. kg ⁻¹) ⁶	247,3	215,0	194,4	157,5	103,2
Am As:FSDN ⁷	0,89	1,05	1,24	1,73	2,92
FDA (g. kg ⁻¹)	231,5	229,1	227,1	223,2	219,3
LDA (g. kg ⁻¹) ⁸	69,0	67,9	66,9	65,1	63,4
EL _{3x} (Mcal. kg ⁻¹) ⁹	1,87	1,83	1,83	1,79	1,75
NDT _{3x} (g. kg ⁻¹) ¹⁰	747,7	733,9	732,1	718,9	702,2
Ca (g. kg ⁻¹)	14,6	13,0	11,4	8,5	7,2
P (g. kg ⁻¹)	4,8	4,8	4,8	4,9	5,0

¹Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ²Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ³Carboidratos totais; ⁴FDN oriunda de forragem; ⁵Carboidratos solúveis em detergente neutro; ⁶Fibra solúvel em detergente neutro; ⁷Razão entre amido + açúcares solúveis e fibra solúvel em detergente neutro; ⁸Lignina em detergente ácido; ⁹Energia líquida 3x a manutenção; ¹⁰Nutrientes digestíveis totais 3x manutenção.

Cada período experimental durou 21 dias, sendo 14 de adaptação e ajuste do consumo voluntário e sete dias de coleta de dados. Para avaliação análise do efeito de tratamento, foram avaliados o consumo voluntário, a digestibilidade aparente dos

nutrientes, o balanço de nitrogênio, a produção e constituintes lácteos e o comportamento ingestivo.

Com acesso *ad libitum* às dietas e à água, o consumo voluntário foi calculado pela diferença entre o oferecido e as sobras. Durante os sete dias do período experimental, as sobras foram recolhidas diariamente, pesadas e amostradas em 10% do seu peso, ajustadas para corresponderem a 10% do total oferecido. Para cada animal construíram-se amostras compostas de sobras referentes a cada período experimental, as quais foram congeladas para análises posteriores.

A produção e a composição do leite foram estimadas com base em duas ordenhas diárias e em quatro coletas durante o período experimental: ordenha vespertina no primeiro dia; ordenha da manhã no segundo dia; ordenha da tarde no sexto dia; e ordenha da manhã no sétimo dia. Nas amostras foram determinados os teores de proteína bruta, lactose e gordura. As análises qualitativas do leite foram realizadas no Laboratório de Qualidade do Leite da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Gado de Leite).

No primeiro dia de cada período experimental, os animais foram observados durante um período de 24 horas ininterruptas, com registros instantâneos a cada 10 minutos do comportamento observado: alimentando, ruminando ou em ócio.

No decorrer dos dias um a sete do período experimental, foram efetuadas coletas totais de fezes e urina para determinação da digestibilidade *in vivo* e do balanço de nitrogênio, respectivamente. A urina foi coletada em recipientes plásticos contendo 20 mL de solução de H₂SO₄ 40% (v/v). Fezes e urina, após coletadas e pesadas, foram amostradas em alíquotas de 10% e congeladas para posteriores análises laboratoriais.

Nos alimentos e dietas, determinou-se a composição em matéria seca (MS) e nitrogênio total (NT) para estimativa da proteína bruta (PB); extrato etéreo (EE), cinzas (CZ), cálcio (Ca) e fósforo (P), utilizando as técnicas descritas em AOAC (1990); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN)

e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), segundo técnicas descritas por Licitra et al. (1996); lignina em ácido sulfúrico (LDA), utilizando as técnicas descritas em Pereira & Rossi Jr. (1995); e amido (Am), açúcar solúvel (As) e fibra solúvel em detergente neutro (FSDN), segundo Hall et al. (1999). As sobras foram analisadas para determinação de MS, PB, EE, CZ, FDN, Am, As e FSDN. As fezes foram avaliadas quanto ao seu conteúdo em MS, PB, EE, CZ e FDN.

Os carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN) foram obtidos a partir da equação: $CSDN = 100 - (\%PB + \%EE + \%CZ + \%FDN)$, segundo Van Soest et al. (1991).

O valor de energia dos alimentos foi estimado segundo Van Soest (1994), utilizando a equação: $NDT = DMS - \text{cinzas} + 1,25 \times (EE) + 1,9$, em que DMS é a digestibilidade da matéria seca, obtida como: $DMS = (100 - FDN) \times 0,98 + (FDN \times DFDN / 100) - 12,8$. DFDN é a digestibilidade estimada da FDN, obtida como: $DFDN = 147,3 - 78,9 \text{Log}_{10} [(LDA/FDA) \times 100]$. Nesta equação, LDA representa o conteúdo de lignina do alimento. A conversão de NDT para EL foi feita utilizando-se a equação: $EL_1 (\text{Mcal/kg}) = 0,0245 \times NDT (\%) - 0,12$ (NRC, 2001).

Para quantificação do valor de energia das dietas, utilizaram-se os dados da digestibilidade aparente obtidos no experimento, aplicando a equação: $NDT (\%) = dCNF + dPB + (dEE \times 2,25) + dFDN$, em que “d” representa a digestibilidade aparente dos diferentes componentes. Para conversão dos valores de NDT para energia líquida de lactação (EL3x) e energia metabolizável (EM), foram utilizadas as equações: $EL3x (\text{Mcal/kg}) = 0,0245 \times NDT (\%) - 0,12$; $EM (\text{Mcal/kg}) = 1,01 \times ED (\text{Mcal/kg}) - 0,45$. A energia digestível (ED) foi obtida a partir da equação: $ED (\text{Mcal/kg}) = 0,04409 \times NDT (\%)$, todas sugeridas no NRC (2001).

O valor de energia do leite foi calculado a partir dos dados de vacas leiteiras (NRC, 2001), conforme sugere o AFRC (1991). A equação utilizada foi: $EL (\text{Mcal/kg}) = 0,0929 \times G (\%) + 0,0547 \times PB (\%) + 0,0395 \times Lac (\%)$, em que G, PB e Lac são, respectivamente, conteúdo de gordura, proteína bruta e lactose do leite.

Os dados submetidos à análise de variância foram desdobrados quanto ao efeito de tratamento nos componentes de regressão polinomial, sendo que a razão amido + carboidratos solúveis/fibra solúvel em detergente neutro (AmAs:FSDN) constituiu-se na variável independente.

A análise dos dados foi feita com o auxílio do Software Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1997) e o efeito dos tratamentos, avaliados em nível de 0,05 de probabilidade.

Resultados e Discussão

O efeito das diferentes relações entre CSDN sobre os consumos de MS, PB, EE, MO, FDN, FSDN, amido, açúcares solúveis, NDT e EL é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Efeito do perfil de CSDN sobre o consumo de matéria seca e nutrientes

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
CMS (g.d ⁻¹) ¹	Y = 1.795,55	--	16,63
CMS (%PV)	Y = 3,76	--	14,84
CMS (g.(KgPV ^{0,75}) ⁻¹)	Y = 98,65	--	15,24
CPB (g.d ⁻¹) ²	Y = 302,71	--	15,84
CEE (g.d ⁻¹) ³	Y = 35,55	--	15,75
CMO (g.d ⁻¹) ⁴	Y = 1.674,11	--	16,64
CFDN (g.d ⁻¹) ⁵	Y = 537,08	--	16,05
CFDN (%PV)	Y = 1,12	--	14,49
CCSDN (g.d ⁻¹) ⁶	Y = 799,07	--	17,51
CAm (g.d ⁻¹) ⁷	Y = -205,41 + 375,23 ^{**} x - 43,12 ^{**} x ²	0,98	20,62
CAs (g.d ⁻¹) ⁸	Y = 366,92 - 108,69 ^{**} x	0,95	19,48
CFSDN (g.d ⁻¹) ⁹	Y = 497,96 - 2,91 ^{**} x	0,92	6,99
CNDT _{3x} (g.d ⁻¹) ¹⁰	Y = 1.302,00	--	17,26
CEL _{3x} (Mcal.d ⁻¹) ¹¹	Y = 3,25	--	17,33

¹Consumo de matéria seca; ²Consumo de proteína bruta; ³Consumo de extrato etéreo; ⁴Consumo de matéria orgânica; ⁵Consumo de fibra em detergente neutro; ⁶Consumo de carboidratos solúveis em detergente neutro; ⁷Consumo de amido; ⁸Consumo de açúcares solúveis; ⁹Consumo de fibra solúvel em detergente neutro; ¹⁰Consumo de NDT 3x a manutenção; ¹¹Consumo de energia líquida 3x a manutenção; *P<0,05; **P<0,01

As diferentes razões entre amido e açúcares para a fibra solúvel em detergente neutro não afetaram os consumos de MS, PB, EE, MO, FDN, NDT_{3x} e EL_{3x} ($P>0,05$). No planejamento, as dietas experimentais foram ajustadas para que variassem apenas as diferentes fontes de CSDN e, portanto, não era de se esperar variação no consumo dos outros nutrientes.

Os dois mecanismos principais de controle do consumo voluntário são o físico e o fisiológico. Em bovinos, tem-se observado efeito de repleção pela fibra, quando o consumo de FDN atinge valores próximos de 1,2% do peso vivo do animal, embora o nível de fibra nas dietas para causar efeito de repleção varie em função do nível de produção (Mertens, 1987).

Para cabras leiteiras estes parâmetros não estão bem definidos, mas Santini et al. (1992) e Carvalho (2002) apresentaram evidências de que, no nível de consumo de fibra das cabras do presente trabalho (1,12%PV), o mecanismo de controle de consumo dos animais neste experimento não parece ter sido em função da repleção física.

De fato, o valor de digestibilidade das dietas, que variou de 711,7 a 770,8 $g.kg^{-1}$, está acima dos 660 $g.kg^{-1}$ encontrados por Conrad et al. (1964), nível a partir do qual, em vacas de leite de 20 $kg.d^{-1}$, o consumo passa a ser proporcional ao peso metabólico e o controle fisiológico passa a regular o consumo de matéria seca, o que sugere que os animais consumiram voluntariamente as dietas até que sua exigência de energia fosse atendida e, dessa forma, apesar da possibilidade de alteração no perfil da energia metabolizável produzida, nenhum efeito sobre o consumo voluntário foi observado.

Danelón et al. (2001) conduziram experimento para avaliar o efeito de três tipos de CSDN (amido de trigo, de sorgo e FSDN) em cabras Saanen lactantes. Neste trabalho, os autores também não encontraram diferenças significativas ($P>0,05$) para o consumo de matéria seca.

O comportamento linear do consumo dos constituintes de CSDN está de acordo com o planejamento do trabalho. A substituição da polpa cítrica pelo milho com palha e sabugo reduziu o consumo de FSDN (CFSDN) ($P<0,01$) e açúcar

solúvel (CAs) ($P < 0,01$) e aumentou o de amido de milho (CAm) ($P < 0,01$) nas dietas, sem alterar o consumo de CSDN (CCSDN), ($P > 0,05$). O consumo de amido apresentou efeitos significativos linear e quadrático ($P < 0,01$). A observação do comportamento do consumo de amido (CAm) demonstra que o objetivo do trabalho foi atendido, ou seja, elevou-se o consumo de Am em substituição ao As e FSDN.

Na Tabela 5, podem ser visualizados os coeficientes de digestibilidade aparente de MS, PB, EE, FDN, MO e CSDN, em função da razão amido + açúcares em relação à FSDN.

Tabela 5 - Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes, em função da razão AmAs:FSDN da dieta

Variável	Equação estimada	R ²	CV(%)
DMS (g.kg ⁻¹) ¹	$Y = 796,7 - 29,11^{**} x$	0,96	3,89
DPB (g.kg ⁻¹) ²	$Y = 765,4$	--	3,89
DEE (g.kg ⁻¹) ³	$Y = 944,0 - 289,7x + 74,5^{**} x^2$	0,59	4,65
DFDN (g.kg) ⁴	$Y = 687,9 - 49,5^{**} x$	0,84	6,99
DMO (g.kg ⁻¹) ⁵	$Y = 81,41 - 3,10^{**} x$	0,97	3,59
DCSDN (g.kg ⁻¹) ⁶	$Y = 904,4 - 20,3^{*} x$	1,00	2,80

¹Digestibilidade aparente da matéria seca; ²Digestibilidade aparente da proteína bruta; ³Digestibilidade aparente do extrato etéreo; ⁴Digestibilidade verdadeira da fibra em detergente neutro; ⁵Digestibilidade aparente da matéria orgânica; ⁶Digestibilidade aparente dos carboidratos solúveis em detergente neutro; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

A digestibilidade aparente da matéria seca (DMS) e da matéria orgânica (DMO) reduziu de maneira linear ($P < 0,01$) com o aumento na razão AmAs:FSDN, o que, provavelmente, foi um reflexo da redução linear da digestibilidade da fibra (FDN) ($P < 0,01$) e do CSDN ($P < 0,05$).

A redução linear na digestibilidade da fibra e da matéria seca no rúmen, verificada por Bomfim (2003), foi associada à redução, também linear no pH, em

resposta ao aumento na relação AmAs:FSDN. O pH é o fator químico mais importante na redução da fermentação da fibra e, normalmente, está associado ao aumento na concentração ruminal de ácido lático em dietas ricas em amido (Hoover, 1986).

A redução na digestibilidade ruminal tem sido relacionada à depressão no consumo de matéria seca, influenciada por maior tempo de retenção de sólidos no rúmen (Feng et al., 1993), mas este efeito sobre o consumo não foi observado no presente trabalho.

À medida que se aumentou a razão AmAs:FSDN, houve redução linear na digestibilidade dos CSDN ($P < 0,05$). Bomfim (2003) demonstrou que o aumento na razão AmAs:FSDN em cabras leiteiras levou a maior fluxo de CSDN para o intestino delgado, que, levando em consideração as teorias de limitação da digestão destes carboidratos no intestino delgado (Nocek & Tamminga, 1991), pode resultar em maior aparecimento nas fezes.

Carvalho (1998) observou, em novilhos de corte, que o aumento na razão AmAs:FSDN de 2,43 para 5,06 reduziu a digestibilidade aparente do amido de 92,89 para 88,65% ($P < 0,05$).

Embora tenha havido efeito sobre a digestibilidade do CSDN, principal fonte de energia nestas dietas, associado à redução no aproveitamento da fibra, nas dietas com maior razão AmAs:FSDN, o consumo de EL_{3x} não foi afetado pelos tratamentos ($P > 0,05$) (Tabela 4), demonstrando que a magnitude destes efeitos não foi tão severa.

Os consumos e as quantidades de compostos nitrogenados (N) ingeridos, excretados nas fezes, na urina, no leite e retidos são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Consumos e quantidade de compostos nitrogenados ingeridos e excretados, em função da razão AmAs:FSDN

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
N consumido (g d ⁻¹)	Y = 48,43	--	15,84
N fezes (g d ⁻¹)	Y = 11,50	--	22,33
N urina (g d ⁻¹)	Y = 16,83 - 3,02 ** x	0,84	39,51
N leite (g d ⁻¹)	Y = 10,59	--	23,71
N retido (g d ⁻¹) ¹	Y = 7,92 + 4,04 ** x	0,64	34,12

¹ Nconsumido - (Nfezes + Nurina + Nleite); *P<0,05; **P<0,01

O efeito da alteração no perfil dos CSDN da dieta sobre o metabolismo do nitrogênio (N) tem sido observado em trabalhos com vacas leiteiras (Solomon et al., 2000; Leiva et al., 2000). Em cabras leiteiras, Bomfim (2003), estudando diferentes razões AmAs:FSDN nas dietas em que o volumoso foi o feno de capim-Tifton 85, também observou o mesmo comportamento.

Tem-se sugerido menor eficiência de crescimento microbiano a partir dos resíduos dos monossacarídeos constituintes da FSDN, o que poderia reduzir o fluxo de proteína microbiana para o abomaso e a retenção de nitrogênio pela alteração na qualidade da proteína metabolizável (Rosendo et al., 1999; Hall & Herejk, 2001). Estas suposições são confirmadas por Bomfim (2003), o qual demonstrou, em caprinos, que dietas ricas em FSDN reduzem a eficiência de síntese e o fluxo de proteína microbiana para abomaso.

Com base nas considerações de Burrows (1973), Bomfim (2003) sugere que este comportamento pode estar relacionado à eficiência das diferentes rotas de fermentação anaeróbica da glicose e do ácido galacturônico, principais resíduos do amido e da pectina, este último, principal carboidrato da FSDN da polpa cítrica.

Na Tabela 7, são apresentados os efeitos dos tratamentos sobre a produção, os teores e as quantidades de gordura, proteína bruta e lactose no leite, em função da relação AmAs:FSDN.

Tabela 7 - Efeito da razão AmAs:FSDN sobre a produção de leite (PL) e os constituintes lácteos

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
PL (g.d ⁻¹) ¹	Y = 2.463,20	--	21,80
G (g.kg ⁻¹) ²	Y = 29,2	--	10,59
PBL (g.kg ⁻¹) ³	Y = 32,2 – 6,858x + 1,873**x ²	0,90	6,19
Lac (g.kg ⁻¹) ⁴	Y = 42,5	--	2,43
PBL produzida (g.d ⁻¹)	Y = 66,16	--	23,71
G produzida (g.d ⁻¹)	Y = 70,41	--	23,59
Lac produzida (g.d ⁻¹)	Y = 105,65	--	23,60

¹ Produção de leite; ²Gordura Láctea; ³ Proteína bruta látea; ⁴Lactose; *P<0,05; **P<0,01

Como pode ser observado com relação à produção, aos constituintes lácteos, somente o conteúdo de PB do leite respondeu aos tratamentos (Tabela 7).

O aumento na razão AmAs:FSDN reduziu a concentração de proteína bruta, que atingiu ponto de mínimo no nível de 1,83, com valor de PB de 25,9 g.kg⁻¹ de leite (P<0,01), elevando-se a partir deste nível de razão (Figura 1).

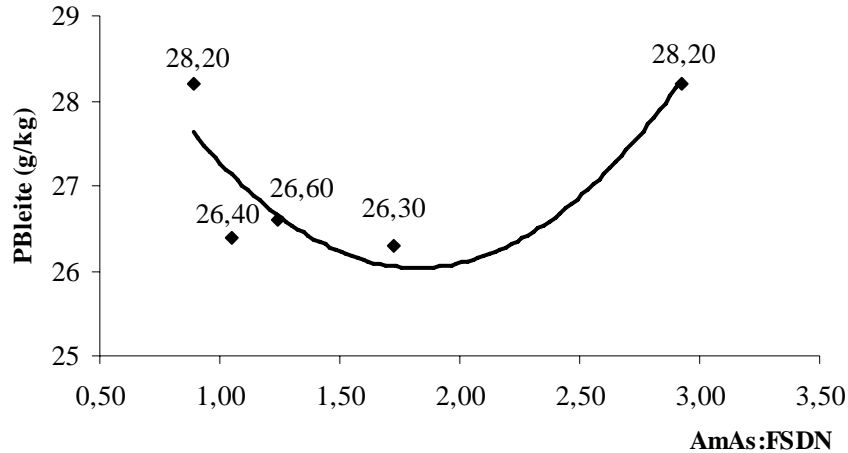


Figura 1 - Efeito da razão AmAs:FSDN na concentração de proteína bruta do leite (PB) (g kg^{-1}).

Redução no conteúdo de proteína bruta do leite em dietas mais ricas em FSDN tem sido encontrada em outros trabalhos (Leiva et al., 2000; Solomon et al., 2000; Mansfield et al., 1994; Bomfim, 2003). Duas teorias podem sugerir as prováveis razões para este comportamento, as quais têm como base a alteração qualitativa da proteína metabolizável.

A primeira sugere que, em função de menor eficiência de síntese microbiana em dietas ricas em FSDN, há redução no fluxo de proteína microbiana para o intestino delgado (Bomfim, 2003). Por outro lado, Leiva et al. (2000) propõem que, em função da alta taxa de degradação da FSDN, as células microbianas sintetizadas poderiam ser recicladas antes de passarem para o omaso, resultando em maior fluxo de corpos microbianos degradados especialmente de parede celular, que possui menor valor nutricional, reduzindo, então, a qualidade da proteína metabolizável.

Hall & Herejk (2001) demonstraram haver menor produção de proteína bruta precipitada em ácido tricloroacético (proteína verdadeira), a partir da pectina (28,1 mg), quando comparada ao amido (32,5 mg). Bomfim (2003) confirma estas

evidências, demonstrando, em caprinos, que tanto a eficiência de síntese quanto o fluxo de proteína microbiana para o abomaso são menores em dietas mais ricas em FSDN.

Mertens et al. (1994), comparando fontes de carboidrato na utilização do nitrogênio não-protéico, observaram que vacas alimentadas com dieta à base de polpa cítrica apresentaram maior produção e proteína no leite, quando suplementadas com fontes de proteína de baixa degradabilidade no rúmen, sugerindo menor eficiência de utilização da dieta com polpa cítrica e efeito positivo da suplementação com fontes de proteína não degradável no rúmen.

A produção de leite não foi influenciada pelo perfil de CSDN da dieta ($P > 0,05$). Alterações no consumo de matéria seca têm sido apontadas em alguns trabalhos como responsáveis pelas alterações na produção de leite. Neste experimento, como observado, não houve efeito dos tratamentos sobre o consumo de matéria seca, consumo de energia e proteína e, portanto, verificou-se pouca influência sobre a síntese de leite.

Entretanto, Bomfim et al. (2002) demonstraram ter havido efeito significativo do perfil de CSDN, com ajuste quadrático da razão AmAs:FSDN, na produção de leite de cabras alpinas, trabalhando com níveis de fibra semelhantes aos deste trabalho, mas com o feno de capim-Titon 85 (*Cynodon spp.*), o que sugere possível efeito do tipo de fibra forrageira sobre este parâmetro.

A capacidade de troca catiônica de grupos ionizados de superfície da fibra pode fornecer significativa capacidade de tamponamento no trato gastrintestinal (Van Soest et al., 1991). Allen et al. (1985) verificaram maior capacidade de troca catiônica para os fenos de leguminosa. McBurney et al. (1983) também demonstraram maior potencial de tamponamento para a alfafa, creditada, em grande parte, ao seu conteúdo em substâncias pécticas, componentes da FSDN.

Estes autores acreditam que a troca de cátions da matriz da fibra com íons H^+ , produzidos durante a fermentação, pode ajudar a moderar o ecossistema ruminal. A capacidade de troca catiônica observada no trabalho de McBurney et al. (1986) foi

de 114 e 356 mmol de H/kg de parede celular, respectivamente, para o feno de capim-Tifton 85 e o feno de alfafa. Portanto, menor razão AmAs:FSDN apresentada para os tratamentos utilizando a alfafa no presente trabalho, quando comparados aos reportados por Bomfim et al. (2002), utilizando o capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*), pode ter contribuído para a manutenção de um ambiente ruminal menos alterado, frente ao alto consumo de CSDN, e para respostas semelhantes, quando comparados aos diferentes perfis de CSDN.

Danelón et al. (2001) também não observaram influência do perfil de CSDN (amido de sorgo, trigo ou FSDN de polpa cítrica) sobre a produção, concentração e produção de gordura e proteína em cabras Saanen. Esses autores, trabalhando com alfafa e dietas com 36,6% de fibra, obtiveram médias de produção de leite de 1,67 L.d⁻¹, conteúdo de gordura de 36 g.kg⁻¹ e 32,2 g.kg⁻¹ de proteína bruta.

Em dietas com 399 g.kg⁻¹ de fibra com alfafa e silagem de polpa de beterraba como fontes de fibra, Schmidely et al. (1999) compararam dietas com amido de rápida degradação (240 g.kg⁻¹ de amido) com dietas ricas em FSDN (32 g.kg⁻¹ de amido), em cabras leiteiras com produção acima de 3,0 kg de produção diária de leite, não observando influência (P>0,05) da produção de leite em resposta ao perfil de CSDN das dietas.

Embora o perfil de CSDN não tenha alterado a concentração de gordura láctea, o baixo valor médio (29,2 g.kg⁻¹) demonstra ter havido depressão na síntese deste composto, em função da alta concentração de CSDN das dietas. Bomfim (2003) também não observou efeito de diferentes razões AmAs:FSDN na concentração de gordura no leite de cabras em dietas onde o volumoso foi o feno de capim-Tifton 85, entretanto, o teor de gordura observado (26,5 g.kg⁻¹), da mesma forma que no presente trabalho, foi considerado baixo.

Razões de AmAs:FSDN variando de 0,82 a 5,35 não alteraram a concentração ruminal de acetato, principal precursor da síntese de ácidos graxos de cadeia curta e média na glândula mamária e, apesar de não alterarem a relação acetato:propionato, o valor médio para esta variável foi considerado baixo (1,84). Estes achados

explicam a redução dos valores de gordura láctea observada no presente trabalho (Bomfim, 2003) (Tabela 7). Sugere-se que o efeito da alta concentração de CSDN, associado à reduzida participação da fibra nas dietas, sobrepôs-se ao efeito do perfil dos CSDN. Santini et al. (1992), em dietas à base de feno de alfafa e concentração de fibra variável, observaram decréscimo linear no conteúdo de gordura do leite de cabras Saanen, em resposta ao aumento nos CSDN. Estes autores verificaram, nos níveis de menor participação de fibra (38,3% de FDN) concentração de 24,8 g.kg⁻¹, valores menores dos encontrados no presente trabalho.

As respostas do percentual de gordura do leite à alteração da fonte de CSDN apresentadas na literatura não são conclusivas. Segundo Morand-Fehr & Sauvant (1982), a natureza do volumoso e o nível de concentrado podem alterar a produção de leite e constituintes em cabras leiteiras, mas o efeito da substituição de amido por concentrados fibrosos pouco altera a composição ou produção de leite.

Na Tabela 8, são apresentados os efeitos da razão AmAs:FSDN sobre o tempo que os animais permaneceram alimentando, ruminando, mastigando e em ócio.

Tabela 8 - Efeito da razão AmAs:FSDN sobre o comportamento ingestivo dos animais experimentais

Variável	Equação estimada	R ²	CV
Alimentando (min.d ⁻¹)	Y = 218,07 + 46,68 ^{**} x	0,88	11,51
Alimentando (% das atividades)	Y = 15,44 + 3,24 ^{**} x	0,88	11,51
Ruminando (min.d ⁻¹)	Y = 336,00	--	18,52
Ruminando (% das atividades)	Y = 23,33	--	18,52
Mastigação (min/d ⁻¹)	Y = 506,27 + 77,19 ^{**} x	0,87	11,27
Mastigação (% das atividades)	Y = 35,16 + 5,36 ^{**} x	0,87	11,27
Ócio (min.d ⁻¹)	Y = 933,73 - 77,19 ^{**} x	0,87	8,69
Ócio (% das atividades)	Y = 64,84 - 5,36 ^{**} x	0,87	8,69

*P<0,05; **P<0,01

A análise dos dados demonstra que, à medida que se reduziu o conteúdo de FSDN, houve aumento linear no tempo despendido com alimentação (P<0,01) e redução linear no tempo em ócio, tanto em min.d⁻¹, quanto em % das atividades (P<0,01).

É provável que o maior conteúdo de fibra das dietas com maior concentração de amido (Tabela 3) possa ter estimulado as cabras a despenderem mais tempo de consumo em substituição ao ócio. Nas condições de baixa concentração de fibra, espera-se realmente que haja redução no tempo dedicado ao consumo voluntário, bem como à ruminação, o que certamente resulta em maior parte de tempo dedicado ao ócio.

Este comportamento adaptativo ao nível de fibra foi observado no trabalho de Gonçalves (2000). Associado a isto deve-se considerar também o aspecto físico da dieta. O MDPS foi triturado grosseiramente, o que pode ter estimulado os animais a maior tempo de consumo.

Ao contrário do comentado por Santos (1994), de que os caprinos em confinamento têm o mesmo comportamento que os animais a pasto, ou seja, dedicação de maior parte do tempo à atividade relacionada à busca do alimento, nas condições do presente trabalho, o ócio foi a atividade de maior prevalência, quando comparada à ruminação ou alimentação.

Conclusões

Em dietas com alta concentração de CSDN, em que a base forrageira é o feno de alfafa, a manutenção dos teores de amido e açúcar solúvel em relação à FSDN (AmAs:FSDN) entre 0,89 e 2,92 não influencia o consumo de matéria seca, energia ou proteína e, dessa maneira, não foram observadas alterações na produção de leite em cabras leiteiras.

Dietas com alta proporção de carboidratos solúveis em detergente neutro, em que a principal fonte é a fibra solúvel em detergente neutro, aumentam a excreção urinária e reduzem a retenção do nitrogênio e afetam a concentração de proteína do leite.

Literatura Citada

- ALLEN, M.S.; McBURNEY, M.I.; Van SOEST, P. Cation exchange capacity and buffering capacity of neutral detergent fibers. **Journal of Agricultural Research**, v.36, p.910-916, 1985.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington D.C., 1990. 1141p.
- BEN-GHEDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J. et al. The effects of starch- and pectin- rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.24, 289-298, 1989.
- BOMFIM, M.A.D.; RODRIGUES, M.T.; VIEIRA, R.A.M. et al. Efeito do perfil de carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas à base de tifton 85 no consumo de matéria seca e produção de leite em cabras alpinas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: TECHNOMEDIA, 2002. CD ROM.
- BOMFIM, M.A.D. **Carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas de cabras leiteiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- BURROWS, W. **Textbook of microbiology**. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1973. 1035p.
- 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**. Piracicaba: Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1998. 120p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1998.
- CORDEIRO, P.R.C. Opções de mercado do leite de cabra e derivados – Perspectivas para o desenvolvimento, industrialização e comercialização. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA CAPRINOCULTURA, 5., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: 1998. p.57-64.
- DANELÓN, J.L.; ALLOCATI, P.; WAWRZIEWICZ, M. et al. Performance of dairy goats to alfalfa silage based diets supplemented with different sources of carbohydrates. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: 2001. CD ROM.
- FENG, P.; HOOVER, W.H.; MILLER, T.K. et al. Interactions of fiber and nonstructural carbohydrates on lactation and ruminal function. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.5, 1993.

- GONÇALVES, A.L. **Degradabilidade ruminal da fibra e comportamento alimentar em cabras leiteiras recebendo dietas com diferentes relações volumoso:concentrado.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- HALL, M.B. Recentes avanços em carboidratos não fibrosos na alimentação de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.149-159.
- HALL, M.B.; HOOVER, W.H.; JENNINGS, J.P. et al. A method for partitioning neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal Science Food and Agriculture**, v.79, n.15, p.2079-2086, 1999.
- HALL, M.B.; HEREJK, C. Differences in yield of microbial crude protein from in vitro fermentation of carbohydrate. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2486-2493, 2001.
- HENRIQUE, W.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. et al. Substituição de amido por pectina em dietas com diferentes níveis de concentrado. 1. Desempenho animal e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1206-1211, 1998.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.2755-2766, 1986.
- LEIVA, E.; HALL, M.B.; Van HORN, H.H. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrate. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.2866-2875, 2000.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MANSFIELD, H.R.; STERN, M.D.; OTTERBY, D.E. Effect of beet pulp and animal by-products on milk yield and in vitro fermentation by rumen microorganisms. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.205-216, 1994.
- McBURNEY, M.I.; Van SOEST, P.; HASE, L.E. Cation exchange capacity and buffering capacity of neutral detergent fibres. **Journal Science Food Agriculture**, v.34, p.910-916, 1983.
- MEJÍA, A.M.G.; FERREIRA, W.M. Produção e caracterização bromatológica da polpa cítrica seca. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, ano 6, n.19, 2000.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1548-1558, 1987.

- MERTENS, D.R.; BRODERICK, G.A.; SIMONS, R. Efficacy of carbohydrate sources for improving utilization of N in silage. **Journal of Dairy Science**, v.77, suppl. 1, p.240, 1994.
- MORAND-FEHR, P.; SAUVANT, D. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1671-1680, 1982.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3598, 1991.
- OWENS, F.N.; ZINN, R.A.; KI, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1634-1648, 1986.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI JR, P. **Manual prático de avaliação de alimentos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. 25p.
- RESENDE, K.T.; MEDEIROS, A.N.; PEREIRA FILHO, J.M. et al. Produção de leite de cabra em regime de pastejo. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA, 6., 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: 2002. p.199-211.
- 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, 1999.
- ROSENDO, O.; HALL, M.B.; STAPLE, C.R. et al. Effects on fiber digestion kinetics and microbial protein production in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.82 (suppl. 1.), p.89, 1999.
- SANTINI, F.J.; LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J. et al. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion and passage in goats fed alfalfa hay. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.209-219, 1992.
- SANTOS, L.E. dos. Hábitos e manejo alimentar de caprinos. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 3., 1994, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Universidade Estadual de São Paulo, 1994. p.1-23.
- SCHMIDELY, P.; LLORET-PUJOL, M.; BAS, P. et al. Influence of feed intake and source of dietary carbohydrate on the metabolic response to propionate and glucose challenges in lactating goats. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.738-746, 1999.

- SOLOMON, R.; CHASE, L.E.; BEN-GHEDALIA, D. et al. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1322-1329, 2000.
- STROBEL, H.J.; RUSSEL, J.B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.2941-2947, 1986.
- SUTOH, M.; OBARA, Y.; MIYAMOTO, S. The effect of sucrose supplementation on kinetics of nitrogen, ruminal propionate and plasma glucose in sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.126, p.99-105, 1996.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG – Sistemas de análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário).
- Van SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v. 26, p.119-129, 1967.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro em Dietas à Base de Feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) para Cabras Lactantes

RESUMO - Com este trabalho objetivou-se avaliar diferentes perfis de Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro (CSDN) em dietas apresentando baixa proporção de fibra, à base de feno de capim-Tifton (*Cynodon spp.*), para cabras lactantes. Foram distribuídas cinco cabras em um delineamento em quadrado latino 5 x 5, utilizando-se a razão entre amido + açúcares solúveis e fibra solúvel em detergente neutro (AmAs:FSDN) como variável independente. O consumo de matéria orgânica apresentou ajuste quadrático com ponto de máximo para a razão 5,82, o que pode ter influenciado o consumo de CSDN, da PB, do EE e da energia (EL_{3x}). O aumento na proporção de amido e açúcares contribuiu para redução linear na digestibilidade da matéria seca, resultado direto da queda na digestibilidade da fibra e do CSDN. Semelhante comportamento ocorreu para a excreção urinária de nitrogênio. A retenção de nitrogênio e a produção de leite foram afetadas de maneira quadrática pelo perfil do CSDN, com ponto de máximo ocorrendo para a razão de 5,06 e de 6,07, respectivamente. As concentrações de lactose e gordura lácteas não foram influenciadas, mas o teor de proteína bruta respondeu de forma linear positiva ao aumento na razão AmAs:FSDN. Sugere-se que, em dietas com alta proporção de CSDN, o perfil desta fração deve ser observado.

Palavras-chave: CSDN, CNF, pectina, FSDN, amido, açúcares

**Neutral Detergent Soluble Carbohydrates in Tifton 85 Hay (*Cynodon spp.*)
Based Diets for Dairy Goats**

ABSTRACT - This work aimed to evaluate different profiles of Neutral Detergent Soluble Carbohydrate (NDSC) in low fiber diets, based on Tifton 85 hay (*Cynodon spp.*), for lactating goats. Five goats were assigned to a 5 x 5 latin square design by using the ratio between starch + soluble sugar to neutral detergent soluble fiber (StSu:NDSF), as independent variable. Organic matter intake presented a quadratic adjustment with maximum at the ratio of 5.82, which may have influenced intake of NDSC, of CP, EE, and of energy (NE_{3x}). Increasing the proportion of starch and sugars contributed to a linear reduction on dry matter digestibility, that is, a direct result of a drop in fiber and NDSC digestibility. Similar behavior occurred to urinary nitrogen excretion. Retention of nitrogen and milk yield were both affected in a quadratic manner by the NDSC profile, with maximum occurring at 5.06 and 6.07 of the StSu:NDSF ratio, respectively. Both, milk lactose and fat percentage were not influenced, but crude protein content showed a positive and linear response to the increase of AmAs:FSDN ratio. It is suggested that in diets containing high proportion of NDSC, the carbohydrate profile of that entity may be observed.

Key Words: NDSC, NFC, pectin, NDSF, starch, soluble sugars

Introdução

Os carboidratos são a principal fonte de energia em dietas para ruminantes, podendo representar, em alguns casos, mais de 80% da matéria seca das rações. Nutricionalmente, esta fração é constituída de carboidratos fibrosos (CF), de lenta e parcial digestão, que exercem efeito de repleção no trato gastrintestinal, e de carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN), também chamados de carboidratos não-fibrosos (CNF), que representam a fração prontamente disponíveis à digestão.

Dietas ricas em CSDN, de maneira geral, resultam em maior consumo de energia metabolizável, fluxo de proteína microbiana e, conseqüentemente, maior produção de leite. Entretanto, alta proporção destes nutrientes prontamente disponíveis pode alterar o perfil de fermentação, reduzir o pH ruminal, a digestibilidade da fibra e a eficiência de síntese de células microbianas, além da possibilidade de reduzirem a concentração de constituintes lácteos, notadamente gordura.

Neste grupo de carboidratos estão incluídos não só o amido e açúcares solúveis, mas também um grupo de carboidratos denominados fibra solúvel em detergente neutro (FSDN) ou polissacarídeos não amiláceos (PNA) constituídos de pectina, (1→3) (1→4) β-glicanos, e frutanas.

Os atuais sistemas de avaliação de alimentos têm considerado a fração CSDN como uniforme, pois não reconhecem as qualidades contrastantes entre a fibra solúvel em detergente neutro (FSDN), encontradas em maior concentração nos grãos de soja, leguminosas, polpa de citros e beterraba; os açúcares; e os componentes amiláceos, que representam a maior parte da fração de CSDN na maioria dos grãos de cereais, como o milho ou o sorgo. Assim, a resposta animal tem sido estimada de maneira semelhante, quando utilizados alimentos contendo estas diferentes formas de carboidratos constituintes dos CSDN.

Entretanto, as diferenças nas características de fermentação ruminal e indigestibilidade por enzimas de mamíferos justificam a separação destes carboidratos. A fermentação do amido e dos açúcares solúveis pode alterar as rotas de fermentação ruminal, gerando mais lactato como produto final, que pode decrescer rapidamente o pH e o crescimento de determinadas comunidades microbianas, especialmente as fibrolíticas, podendo deprimir a digestão da fibra e a eficiência de síntese de células microbianas; além disto, tendem a reduzir a taxa de acetato:propionato e o teor de gordura láctea e, caso escapem da degradação ruminal, são passíveis de digestão enzimática pós-ruminal, podendo contribuir no intestino delgado para aporte de glicose para o hospedeiro.

A cinética de fermentação da FSDN é rápida e extensa, de maneira semelhante ao amido e açúcares solúveis, mas, com possível exceção das frutanas, sua fermentação ruminal não tende a produzir ácido láctico, tendo sido observada maior relação acetato:propionato no fluido ruminal. Contudo, devido a sua composição de carboidratos e suas ligações químicas, os componentes da FSDN não são digeridos por enzimas de mamíferos e, provavelmente, não contribuem de maneira significativa para o aporte de energia no intestino delgado.

A produção de leite de cabras no Brasil tem aumentado nos últimos anos. O Brasil detém o nono maior rebanho caprino do mundo e, apesar de representar, no contexto global, apenas 1,3% do leite, sua produção cresceu mais de 50% entre os anos de 1980 e 1992, segundo dados da FAO (Cordeiro, 1998; Resende, 2002).

Esta tendência de maior interesse na caprinocultura leiteira deve conduzir a sistemas de criação intensivos e maior especialização das cabras leiteiras. Para animais com maior potencial produtivo, dietas com maior concentração de energia resultam em maior eficiência de utilização da energia metabolizável para produção de leite (Carvalho, 2002). Assim, parece lógico que a nutrição das cabras leiteiras de maior potencial produtivo seja direcionada à formulação de rações com maior proporção de CSDN e todos os aspectos inerentes a seu

adequado balanceamento. Portanto, é importante conhecer os aspectos produtivos e digestivos de cabras leiteiras alimentadas com dietas de alta concentração de CSDN e as implicações de diferentes relações entre os componentes desta fração.

Dessa forma, objetivou-se verificar as respostas de cabras leiteiras em lactação alimentadas com dietas de alta proporção de CSDN com diferentes perfis, utilizando como volumoso o feno de capim-Tifton 85.

Material e Métodos

O ensaio experimental foi conduzido nas dependências do Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizadas cinco cabras da raça Alpina, adultas, com aproximadamente 60 dias de lactação e peso vivo médio de $49,46 \pm 7,86$ kg, confinadas em baias individuais com dimensões de 1,5 x 2,0 m de piso ripado, adaptadas para coleta total de fezes e urina.

Os animais foram arrançados em delineamento experimental em quadrado latino 5 x 5, para avaliar os efeitos de cinco relações entre carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN) em dietas com alta concentração de CSDN, tendo como base forrageira o Tifton-85 (*Cynodon spp*). A variável independente utilizada para caracterizar os tratamentos foi a razão entre as concentrações de amido associado ao açúcar solúvel (AmAs) em relação à FSDN (AmAs:FSDN). Esta distinção entre os CSDN teve como base a similaridade entre os produtos finais da fermentação e efeitos potenciais sobre a acidose láctica.

A proporção dos ingredientes nas dietas e a composição dos alimentos e das dietas encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 1, 2 e 3. As dietas, isoprotéicas e isoenergéticas, foram balanceadas com níveis mínimos de participação de fibra de forragem para maximizar o consumo de CSDN e seus efeitos sobre a digestão e o desempenho animal.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nas dietas, expressa na base da matéria seca

Alimento	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Feno de Tifton	23,41	23,57	23,87	24,19	24,49
MDPS ¹	0,00	7,56	21,45	35,97	48,97
Polpa cítrica	49,29	41,41	27,63	13,47	0,00
Farelo de soja	24,94	25,11	27,42	23,71	23,21
MAP ²	0,81	0,78	0,00	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	0,00	0,00	1,05	1,06	1,02
Calcáreo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69
Mistura mineral	1,55	1,56	1,57	1,59	1,60
Relação vol:conc	23,4:76,5	23,5:76,4	23,9:76,1	24,2:75,8	24,5:75,5

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica dos alimentos experimentais

Itens	Alimentos			
	Feno de Tifton	MDPS	Polpa cítrica	Farelo de soja
MS (g.kg ⁻¹)	847,9	831,7	881,9	886,2
MO (g.kg ⁻¹)	926,2	978,6	926,7	932,1
CZ (g. kg ⁻¹)	73,8	21,4	73,3	67,9
PB (g.kg ⁻¹)	86,5	84,9	54,5	505,5
NIDN (g.100g ⁻¹ NT) ¹	59,82	17,93	45,19	0,71
NIDA (g.100g ⁻¹ NT) ²	21,55	4,71	30,59	0,67
EE (g.kg ⁻¹)	19,0	24,3	21,6	25,6
CT (g. kg ⁻¹) ³	820,7	869,4	850,6	401,0
FDN (g. kg ⁻¹)	780,9	251,9	210,0	124,7
CSDN (g. kg ⁻¹) ⁴	39,8	617,5	640,6	276,3
Amido (g. kg ⁻¹)	47,2	538,1	51,1	52,4
Açúcares solúveis (g. kg ⁻¹)	75,7	27,2	324,4	81,8
FSDN (g. kg ⁻¹) ⁷	0,00	0,00	300,0	139,8
FDA (g. kg ⁻¹)	435,0	120,8	161,0	85,3
LDA (g. kg ⁻¹) ⁸	67,0	13,9	32,3	04,8
EL _{3x} (Mcal. kg ⁻¹) ⁹	1,16	1,94	1,75	2,02
Ca (g. kg ⁻¹)	03,2	0,8	21,9	02,9
P (g. kg ⁻¹)	02,3	02,1	01,3	07,1

¹Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ²nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ³carboidratos totais; ⁴carboidratos solúveis em detergente neutro; ⁵amido; ⁶Açúcares solúveis; ⁷fibra solúvel em detergente neutro; ⁸ lignina em detergente ácido; ⁹energia líquida 3x manutenção.

Tabela 3 - Composição químico-bromatológica das dietas experimentais

Itens	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
MS (g.kg ⁻¹)	892,5	888,4	880,7	872,5	866,0
MO (g. kg ⁻¹)	934,0	945,1	944,2	955,1	958,0
CZ (g. kg ⁻¹)	66,0	54,9	55,8	49,9	42,0
PB (g. kg ⁻¹)	174,7	177,1	186,7	192,5	193,1
NIDN (g.100g ⁻¹ NT) ¹	36,46	30,52	30,79	27,18	23,60
NIDA (g.100g ⁻¹ NT) ²	20,29	16,23	14,77	11,19	7,74
EE (g. kg ⁻¹)	22,6	20,9	23,6	23,4	23,9
CT (g. kg ⁻¹) ³	736,7	747,2	733,9	734,1	741,1
FDNf (g. kg ⁻¹) ⁴	182,8	163,5	186,4	188,9	191,3
FDN (g. kg ⁻¹)	330,8	281,1	300,8	287,4	300,6
CSDN (g. kg ⁻¹) ⁵	405,9	466,1	433,1	446,7	440,5
Amido (g. kg ⁻¹)	47,0	77,3	163,5	248,5	291,1
Açúcares solúveis (g. kg ⁻¹)	199,0	165,4	124,1	94,3	48,8
FSDN (g. kg ⁻¹) ⁶	178,2	124,1	138,2	86,9	37,6
Am As:FSDN ⁷	1,34	1,94	2,08	3,95	9,04
FDA (g. kg ⁻¹)	202,5	177,5	195,1	190,6	185,5
LDA (g. kg ⁻¹) ⁸	33,0	28,0	29,2	26,7	24,3
EL _{3x} (Mcal. kg ⁻¹) ⁹	17,4	17,6	17,2	17,0	16,6
NDT _{3x} (g. kg ⁻¹) ¹⁰	696,8	706,8	691,2	685,5	668,3
Ca (g. kg ⁻¹)	12,3	09,5	10,1	07,1	07,0
P (g. kg ⁻¹)	04,9	04,4	05,0	05,1	05,1

¹Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ² Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ³ Carboidratos totais; ⁴ FDN oriunda de forragem; ⁵ Carboidratos solúveis em detergente neutro; ⁶ Fibra solúvel em detergente neutro; ⁷ Razão entre amido + açúcares solúveis e fibra solúvel em detergente neutro; ⁸ Lignina em detergente ácido; ⁹ Energia líquida 3x a manutenção; ¹⁰ Nutrientes digestíveis totais 3x manutenção.

Cada período experimental teve duração de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação às dietas, ao manejo e ajuste do consumo voluntário e sete dias de coleta de dados. Foram avaliados o consumo voluntário, a digestibilidade aparente, o balanço de nitrogênio, a produção e constituintes lácteos e o comportamento ingestivo.

A alimentação foi oferecida *ad libitum* e o consumo voluntário foi calculado pela diferença entre o oferecido e as sobras; durante os sete dias do período

experimental, as sobras foram recolhidas diariamente, pesadas e amostradas em 10% do seu peso e ajustadas para corresponderem a 10% do total oferecido. Para cada animal construíram-se amostras compostas de sobras referentes a cada período experimental, as quais foram congeladas para análises posteriores.

Durante todo o período experimental, os animais foram ordenhados manualmente, duas vezes ao dia, para mensuração da produção leiteira. Quatro amostras de leite de cada animal – a primeira na ordenha da tarde no dia um; a segunda na ordenha da manhã do dia dois; a terceira na ordenha da tarde do dia seis; e a quarta na ordenha da manhã do dia sete – foram coletadas e analisadas para determinação dos teores de proteína bruta, lactose e gordura. As análises qualitativas do leite foram realizadas no laboratório de qualidade do leite da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Gado de Leite).

No primeiro dia de cada período experimental, os animais foram observados durante um período de 24 horas ininterruptas, com registros instantâneos a cada 10 minutos do comportamento observado: alimentando-se, ruminando ou em ócio.

No decorrer dos dias um a sete do período experimental, foram coletados os dados para determinação da digestibilidade aparente, com coleta total de fezes. A urina foi coletada em recipientes plásticos contendo 20 mL de solução de H₂SO₄ 40% (v/v), para determinação do balanço de nitrogênio. Fezes e urina, após coletadas e pesadas, foram amostradas em alíquotas de 10% e congeladas para análises laboratoriais posteriores.

Nos alimentos e nas dietas, determinou-se a composição em matéria seca (MS), nitrogênio total (NT), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ), cálcio (Ca) e fósforo (P), utilizando as técnicas descritas em AOAC (1990); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), segundo técnicas descritas em Licitra et al. (1996); lignina em ácido sulfúrico (LDA), utilizando as técnicas descritas em Pereira & Rossi Jr. (1995); amido (Am), açúcar solúvel (As) e fibra solúvel em detergente neutro

(FSDN), segundo Hall et al. (1999). As sobras foram analisadas para determinação de MS, PB, EE, CZ, FDN, Am, As e FSDN. As fezes foram avaliadas quanto ao seu conteúdo em MS, PB, EE, CZ e FDN.

Os carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN) foram obtidos a partir da equação: $CSDN = 100 - (\%PB + \%EE + \%CZ + \%FDN)$, segundo Van Soest et al. (1991).

O valor de energia dos alimentos foi estimado segundo Van Soest (1994), utilizando a equação: $NDT = DMS - cinzas + 1,25 \times (EE) + 1,9$, em que DMS é a digestibilidade da matéria seca, obtida como: $DMS = (100 - FDN) \times 0,98 + (FDN \times DFDN / 100) - 12,8$. DFDN é a digestibilidade estimada da FDN, obtida como: $DFDN = 147,3 - 78,9 \log_{10} [(LDA/FDA) \times 100]$. Nesta equação, LDA representa o conteúdo de lignina do alimento. A conversão de NDT para EL foi feita utilizando-se a equação: $ELI \text{ (Mcal/kg)} = 0,0245 \times NDT (\%) - 0,12$ (NRC, 2001).

Para quantificação do valor de energia das dietas, utilizaram-se os dados de digestibilidade obtidas e a equação: $NDT (\%) = dCNF + dPB + (dEE \times 2,25) + dFDN$, em que “d” representa digestibilidade aparente, obtida no ensaio de digestibilidade, dos diferentes componentes. Para conversão dos valores de NDT para energia líquida de lactação (EL_{3x}) e energia metabolizável (EM), foram utilizadas as equações: $EL_{3x} \text{ (Mcal/kg)} = 0,0245 \times NDT (\%) - 0,12$; $EM \text{ (Mcal/kg)} = 1,01 \times ED \text{ (Mcal/kg)} - 0,45$. A energia digestível (ED) foi obtida a partir da equação: $ED \text{ (Mcal/kg)} = 0,04409 \times NDT (\%)$ (NRC, 2001).

Para conversão da produção de leite para 4% de gordura, utilizou-se a fórmula de Gaines (1928): $LCG 4\% \text{ (kg/dia)} = 0,4 \times \text{leite (kg/dia)} + 15 \times \text{gordura (kg/dia)}$ (NRC, 2001).

O valor de energia do leite foi calculado a partir da equação: $ELI \text{ (Mcal/kg)} = 0,0929 \times G (\%) + 0,0547 \times PB (\%) + 0,0395 \times Lac (\%)$, em que G, PB e Lac são o conteúdo de gordura, proteína bruta e lactose do leite, respectivamente (NRC, 2001).

Os dados submetidos à análise de variância foram desdobrados quanto ao efeito de tratamento nos componentes de regressão polinomial, sendo que a razão amido + carboidratos solúveis / fibra solúvel em detergente neutro (AmAs : FSDN) constituiu-se na variável independente.

A análise dos dados foi feita com o auxílio do Software Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 1997) e o efeito dos tratamentos, avaliado ao nível de 0,05 de probabilidade.

Resultados e Discussão

O efeito das diferentes relações do perfil de CSDN sobre o consumo de matéria seca e nutrientes pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 - Efeito das diferentes relações do perfil de CSDN sobre o consumo de matéria seca e nutrientes

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
CMS (g.d ⁻¹) ¹	Y = 2.039,41	--	17,02
CMS (%PV)	Y = 4,14	--	14,98
CMS (g. (kgPV ^{0,75}) ⁻¹)	Y = 109,49	--	15,40
CPB (g.d ⁻¹) ²	Y = 352,08 + 7,43* x	0,92	17,82
CEE (g.d ⁻¹) ³	43,47 + 0,8830** x	0,53	15,39
CMO (g.d ⁻¹) ⁴	Y = 1.398,9 + 290,5** x - 24,93x* ²	0,97	16,85
CFDN (g.d ⁻¹) ⁵	Y = 606,62	--	16,01
CFDN (%PV)	Y = 1,23	--	13,41
CCSDN (g.d ⁻¹) ⁶	Y = 597,67 + 167,34x - 14,65* x ²	0,97	18,59
CAm (g.d ⁻¹) ⁷	Y = 136,10 + 58,06** x	0,96	15,54
CAs (g.d ⁻¹) ⁸	Y = 413,78 - 63,36** x + 3,40* x ²	1,00	21,12
CFSDN (g.d ⁻¹) ⁹	Y = 377,78 - 55,92** x + 2,51** x ²	0,84	20,18
CNDT _{3x} (g.d ⁻¹) ¹⁰	Y = 1178,54 + 212,94x - 19,24* x ²	0,90	17,03
CEL _{3x} (Mcal.d ⁻¹) ¹¹	Y = 2,96 + 0,53x - 0,048* x ²	0,90	17,05

¹Consumo de matéria seca; ²Consumo de proteína bruta; ³Consumo de extrato etéreo; ⁴Consumo de cinzas; ⁵Consumo de fibra em detergente neutro; ⁶Consumo de carboidratos solúveis em detergente neutro; ⁷Consumo de amido; ⁸Consumo de açúcares solúveis; ⁹Consumo de fibra solúvel em detergente neutro; ¹⁰Consumo de nutrientes digestíveis totais 3x a manutenção; ¹¹Consumo de energia líquida 3x a manutenção; *P<0,05; **P<0,01

Houve efeito significativo dos tratamentos ($P < 0,05$), com ajuste quadrático e ponto de máximo de 5,82 da razão AmAs:FSDN sobre o consumo de matéria orgânica (Figura 1).

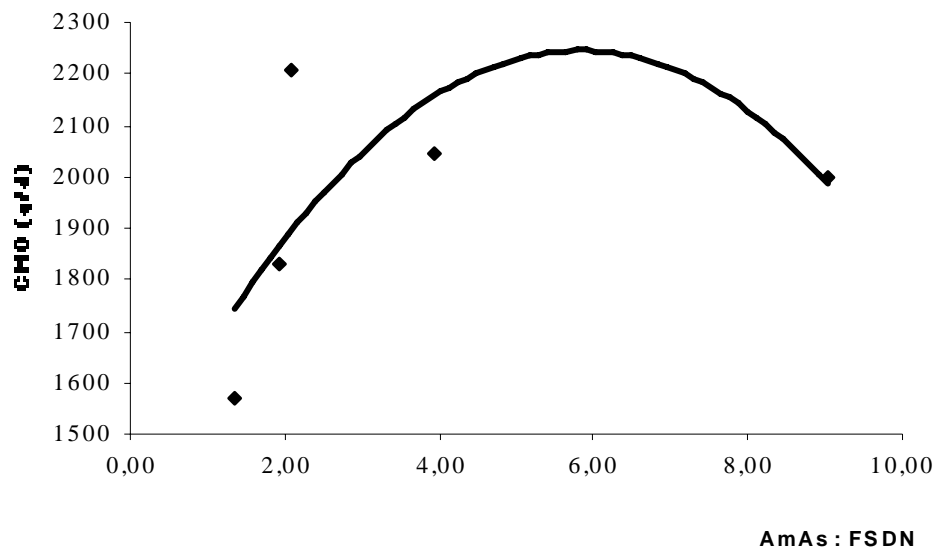


Figura 1 - Consumo de matéria orgânica (CMO), em função da razão amido + açúcar solúvel em relação à FSDN (AmAs:FSDN).

O desdobramento do consumo de matéria orgânica, em função da razão AmAs:FSDN, demonstrou ponto de máximo no nível de 5,82 da razão. Fazendo a regressão em função do percentual de polpa cítrica na dieta, obteve-se um ponto de máximo consumo de matéria orgânica com 18,81% de polpa cítrica. Bomfim (2003) não observou alteração no consumo de matéria orgânica, quando parte da FSDN da dieta foi fornecida pelo feno de alfafa (*Medicago sativa*) em relações variando de 0,98 a 2,48. Esta observação sugere que, nas menores relações estudadas no presente trabalho, parece ter havido efeito da fonte de FSDN sobre o consumo voluntário de matéria orgânica. O percentual de polpa cítrica nas dietas 1,34 e 1,94 de razão foi de

41,41 e 49,29% da matéria seca (Tabela 1), que, associado à observação do comportamento dos animais, sugere que nestes níveis pode ter havido redução na palatabilidade das dietas.

Estas observações estão de acordo com as conclusões de Bhattacharya & Harb (1973), que, em teste de palatabilidade com ovinos, observaram declínio no consumo voluntário, quando o nível de polpa cítrica foi superior a 40% nas dietas, embora Ezequiel (2001) comente que 30% de polpa cítrica na dieta de ovinos já seria suficiente para reduzir o consumo voluntário.

A redução no consumo observada nos níveis superiores a 5,82 da razão AmAs:FSDN, provavelmente, está relacionada ao consumo de amido em níveis nos quais o ambiente ruminal é afetado, reduzindo a eficiência de digestão naquele compartimento. Esta suposição é confirmada por Bomfim (2003), que, alterando a razão AmAs:FSDN em cabras leiteiras alimentadas com feno de capim-Tifton 85, demonstrou que o aumento no quociente AmAs:FSDN reduz de forma linear o pH ruminal e a digestão ruminal da matéria seca e da fibra ($P < 0,05$).

Fermentação em cultura contínua demonstrou que a digestão de MO e FDN foi severamente alterada com a redução do pH ($P < 0,01$) (Shriver et al., 1986). Alta proporção de amido nas dietas, *in vivo*, reduziu a digestão ruminal da FDA, a taxa de renovação de sólidos ($P < 0,01$) e a produção de leite e leite corrigido para 4% de gordura ($P < 0,05$) (Feng et al., 1993). Este decréscimo na taxa de renovação da fibra parece ser o principal responsável pelo efeito no consumo voluntário. Esta hipótese é reforçada pela redução linear da digestibilidade aparente da MS e FDN com o aumento na concentração de amido + açúcares observadas no presente trabalho (Tabela 5).

Bueno et al. (2002) também observaram efeito quadrático sobre o consumo voluntário, quando da substituição do amido por FSDN (milho moído x polpa cítrica), em dietas de cabritos Saanen de 14 meses de idade com ponto de máximo na razão AmAs:FSDN de 4,12. Embora abaixo do estimado neste trabalho, deve-se

considerar que a categoria animal e o processamento da fonte de amido podem alterar estes valores.

O aumento no consumo de matéria orgânica, associado ao maior teor de PB das dietas com o aumento na razão AmAs:FSDN (Tabela 3), parece ser o fator responsável pelo aumento linear no consumo de proteína bruta (CPB) observado.

A diferença no conteúdo de extrato etéreo dos alimentos experimentais (Tabela 2), refletida na composição das dietas (Tabela 3), resultou em acréscimo linear no consumo deste nutriente (CEE) com o aumento na razão AmAs:FSDN. Apesar disso, a magnitude desta diferença, provavelmente, não foi suficiente para alterar outras variáveis. Do menor para o maior nível da razão, houve acréscimo de $6,8 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$ no consumo diário de EE, o que representa pouco mais de 13%.

O aumento na proporção de amido e açúcares em relação à FSDN nas dietas influenciou o consumo de CSDN ($p < 0,05$), que apresentou comportamento quadrático. A razão entre AmAs:FSDN de 5,71 representou o ponto de máximo função quadrática.

De maneira semelhante ao observado para o CCSDN, o perfil do CSDN afetou o consumo de EL_{3x} e NDT_{3x} de maneira quadrática ($P < 0,05$), que, provavelmente, foi influenciado pela alteração no consumo de matéria orgânica. O consumo máximo de EL_{3x} e NDT_{3x} foi observado quando a razão entre AmAs:FSDN atingiu 5,49 e 5,51, respectivamente, e valores de $4,42 \text{ Mcal}\cdot\text{d}^{-1}$ e $1767,7 \text{ g}\cdot\text{d}^{-1}$ para EL_{3x} e NDT_{3x} .

Na Tabela 5, são apresentados os dados de digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta, do extrato etéreo, dos carboidratos solúveis em detergente neutro e da fibra em detergente neutro, em função das diferentes relações entre amido e açúcar solúvel em relação à FSDN.

Tabela 5 - Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes, em função da razão AmAs:FSDN da dieta

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
DMS (g.kg ⁻¹) ¹	Y = 791,8 – 6,866 ^{**} x	0,90	3,01
DMO (g.kg ⁻¹) ²	Y = 805,6 – 6,3 ^{**} x		
DPB (g.kg ⁻¹) ³	Y = 803,6	--	3,62
DEE (g.kg ⁻¹) ⁴	Y = 798,5 + 32,3x – 37,0 ^{**} x ²	0,94	1,78
DCSDN (g.kg ⁻¹) ⁵	Y = 893,8 – 4,596 ^{**} x	0,81	2,32
DFDN (g.kg) ⁶	Y = 670,8 – 12,5 ^{**} x	0,94	7,30

¹Digestibilidade da matéria seca; ²Digestibilidade da matéria orgânica; ³Digestibilidade da proteína bruta; ⁴Digestibilidade do extrato etéreo; ⁵Digestibilidade dos carboidratos solúveis em detergente neutro; ⁶Digestibilidade da fibra em detergente neutro; *P<0,05; **P<0,01.

Redução linear na digestibilidade da MS e da MO (P<0,01), em resposta ao aumento na razão AmAs:FSDN, parece ter sido influenciada pela diminuição, também linear, na digestibilidade do CSDN (P<0,01) e da FDN (P<0,01).

À medida que se aumentou a razão AmAs:FSDN, houve redução linear na digestibilidade dos CSDN (P<0,05). Bomfim (2003) demonstrou que o aumento na razão AmAs:FSDN em cabras leiteiras levou a maior fluxo de CSDN para o intestino delgado, que, levando em consideração as teorias de limitação da digestão destes carboidratos no intestino delgado (Nocek & Tamminga, 1991), pode resultar em maior aparecimento nas fezes.

Carvalho (1998) observou, em novilhos de corte, que o aumento na razão AmAs:FSDN de 2,43 para 5,06 reduziu a digestibilidade aparente do amido de 92,89 para 88,65% (P<0,05), o que sugere limites para o aproveitamento do amido nos intestinos, conforme comenta Owens et al. (1986).

Embora vários fatores possam estar envolvidos, o pH é o fator químico mais importante na redução da fermentação da fibra no rúmen (Hoover, 1986). Bomfim (2003) observou redução linear do pH e, conseqüentemente, na digestão ruminal da fibra e da matéria seca em cabras leiteiras, em resposta ao aumento na relação AmAs:FSDN. Normalmente, bactérias como o *Streptococcus bovis* fermentam a

glicose resultante da hidrólise do amido até ácidos graxos voláteis, retirando o máximo de ATP/mol de hexose, mas, sob condições de alta disponibilidade deste substrato, pode haver alteração em sua rota metabólica e conversão dos piruvatos resultantes da glicólise para lactato, reoxidando os NAD necessários e redirecionado sua estratégia de ATP/mol para ATP/hora, uma vez que, para a conversão de piruvato para lactato, apenas uma reação mediada pela enzima piruvato desidrogenase é necessária, em contraste com as várias reações até propionato, por exemplo. Assim, como o ácido láctico possuiu uma constante de dissociação baixa, o pH ruminal tende a reduzir (Hoover, 1986).

O balanceamento para a quantidade de amido degradável no rúmen, o aumento no número de refeições diárias ou o uso de aditivos como tampões, ácidos orgânicos e ionóforos podem minimizar o efeito de dietas com alta concentração de amido sobre o pH ruminal, mas, em cabras leiteiras, estas estratégias precisam ser melhor estudadas. Gonçalves (2000) demonstrou que o aumento na frequência de alimentação pode alterar o padrão nictemeral do pH em cabras leiteiras. O aumento no número de refeições, além de elevar o pH médio ao longo do dia, pode minimizar a intensidade da redução desta variável após a alimentação.

Na Tabela 6, são apresentados os consumos e as quantidades de compostos nitrogenados (N) ingeridos, excretados e retidos nas fezes, na urina e no leite.

Tabela 6 - Médias, equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2) e de variação (CV) do consumo, da excreção e retenção de compostos nitrogenados

Variável	Equação estimada	R^2	CV (%)
N consumido (g.d^{-1})	$Y = 56,33 + 1,19^* x$	0,60	17,82
N fezes (g.d^{-1}) ²	$Y = 10,79 + 0,32^* x$	0,60	24,64
N urina (g.d^{-1}) ³	$Y = 5,94 + 0,89^{**} x$	0,83	20,11
N leite (g.d^{-1}) ⁴	$Y = 12,65 + 0,343^{**} x$	0,70	16,82
N retido (g.d^{-1}) ⁵	$Y = 16,91 + 5,67x - 0,56^* x^2$	0,83	25,06

^{2,3,4}Excreção de nitrogênio nas fezes, urina e leite; ⁵N consumido - (Nfezes + Nurina + Nleite); *P<0,05; **P<0,01.

Quando o balanço de nitrogênio é positivo, significa que o consumo de nitrogênio foi suficiente para atender às exigências de manutenção e síntese de tecidos. Entretanto, o balanço negativo pode indicar que o consumo de nitrogênio não foi suficiente para atender a exigência ou que há diferenças na qualidade da proteína metabolizável, uma vez que sua utilização ou retenção pode ser limitada em função de seu perfil aminoacídico.

No presente trabalho, o balanço positivo em todos os tratamentos indica que não houve deficiência de nitrogênio nas dietas, mas o efeito quadrático, com ponto de máximo de 5,06 da razão na retenção de nitrogênio ($P < 0,01$), parece ter sido parcialmente influenciada pelo consumo de matéria orgânica.

Entretanto, redução na retenção de nitrogênio e no percentual de proteína no leite, em dietas com maior participação de FSDN obtida no presente trabalho (Tabela 7), também foi observada nos trabalhos de Leiva et al. (2000), Solomon et al. (2000), Mansfield et al. (1994) e Carvalho (1998).

A menor eficiência de crescimento microbiano a partir dos resíduos dos monossacarídeos constituintes da FSDN, que pode reduzir o fluxo de proteína microbiana para o abomaso, tem sido sugerida como a principal causa (Rosendo et al., 1999; Hall & Herejk, 2001). Entretanto, no presente trabalho, dietas com razão AmAs:FSDN maior que 5,06 também reduziram a retenção de N, indicando que dietas com alta proporção de amido também podem reduzir a eficiência de crescimento microbiano em função de alterações do ambiente ruminal. Bomfim (2003) demonstrou que dietas ricas em FSDN diminuem a eficiência de síntese e o fluxo de proteína microbiana para abomaso. Com base nas considerações de Burrows (1973), Bomfim (2003) sugere que este comportamento pode estar relacionado às diferentes rotas de fermentação anaeróbica da glicose e do ácido galacturônico.

Estes resultados reforçam a observação de Van Soest et al. (1991) sobre a importância do refinamento no balanceamento entre os nutrientes como instrumento para otimização da digestão e do desempenho.

O efeito da relação AmAs:FSDN sobre a produção e constituintes lácteos e a eficiência de utilização da energia metabolizável consumida para produção de leite é apresentado na Tabela 7.

A produção de leite foi afetada pela razão AmAs:FSDN. Houve acréscimo na produção de leite e leite corrigido para 4% de gordura, com o aumento da razão AmAs:FSDN, até o nível de 6,07 e 6,15, respectivamente (Figura 2). Os maiores consumos de matéria seca e de energia líquida (Tabelas 4 e 5), provavelmente, foram as variáveis envolvidas na resposta em produção das cabras leiteiras.

Tabela 7 - Efeito da razão AmAs:FSDN sobre a produção de leite (PL), os constituintes lácteos e a eficiência de utilização da energia metabolizável para a produção de leite

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
PL (g d ⁻¹) ¹	Y = 2.194,61 + 504,85x - 41,61 * x ²	0,93	15,62
PLCG 4% (g d ⁻¹) ²	Y = 1.747,33 + 394,35x - 32,03 * x ²	0,72	15,79
G (g.kg ⁻¹) ³	Y = 26,5	--	14,16
PBL (g.kg ⁻¹) ⁴	Y = 26,6 + 218 * x	0,99	5,54
Lac (g.kg ⁻¹) ⁵	Y = 42,6	--	3,12
PBL produzida (g d ⁻¹)	Y = 79,05 + 2,15 ** x	0,70	16,82
G produzida (g d ⁻¹)	Y = 76,17 + 1,87 * x	0,82	19,01
Lac produzida (g d ⁻¹)	Y = 124,32 + 2,77 ** x	0,67	15,17

¹ Produção de leite; ² Produção de leite corrigido para 4% de gordura; ³ Teor de gordura do leite; ⁴ Teor de proteína bruta do leite; ⁵ Teor de lactose do leite; * P<0,05; ** P<0,01.

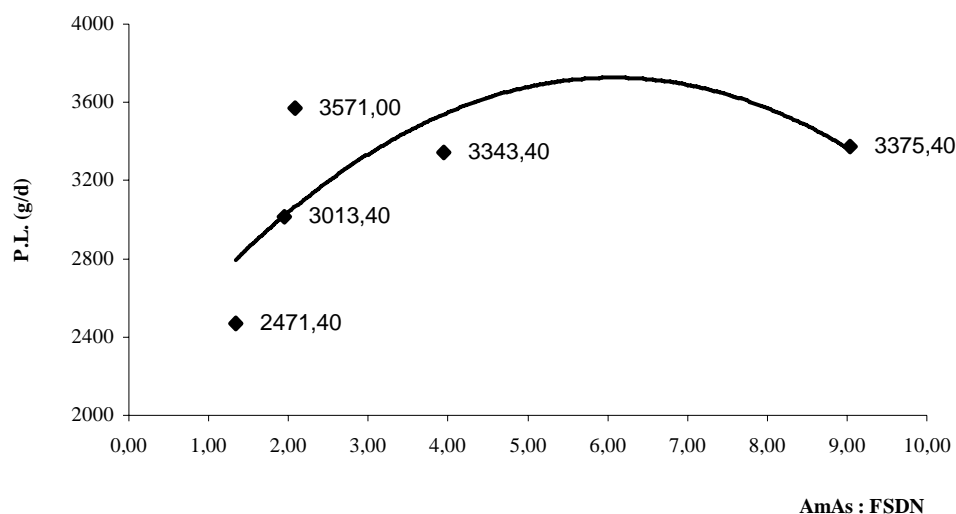


Figura 2 - Produção de leite, em função da razão amido + açúcar solúvel, em relação à FSDN (AmAs:FSDN).

Os pontos de máximo de razão AmAs:FSDN estimados sugerem que os níveis dos carboidratos solúveis em detergente neutro para otimização da produção de leite devem estar entre 24,85 e 29,11 para o amido; 4,88 e 9,43 para açúcares solúveis; 3,76 e 8,69 para fibra solúvel em detergente neutro; e 33,99 e 34,28% para amido + açúcares solúveis. O nível de polpa cítrica no ponto de máximo para a produção de leite foi de 16,46% da dieta.

Recomendações para níveis destes carboidratos são escassos na literatura. Para vacas de leite no início da lactação, Sniffen et al. (1996) sugeriram de 24 a 26% de amido, 4 a 6% de açúcares e 29 a 31% de amido + açúcares. Estes valores estão próximos aos intervalos de máxima produção de leite estimados no presente trabalho, embora esta inferência seja limitada em função das interações entre os carboidratos. Trabalhos avaliando os níveis de amido, açúcares solúveis e FSDN separadamente deve ser elaborados, para o estabelecimento de níveis de recomendações mais adequados para cabras lactantes.

Hall (1999) comenta que os níveis máximos de CNE devem ficar entre 35 e 40% e, quando se considera CSDN, estes valores pode estar entre 40 e 45%. Recomenda ainda que os níveis de açúcares, fibra solúvel e amido estejam em níveis de 5, 10 e 20% respectivamente. Estes níveis resultam em uma razão AmAs:FSDN de 2,5, que está abaixo dos valores obtidos neste trabalho. Deve-se considerar, porém, a interação com a fonte de fibra (Bomfim et al., 2002), além de diferenças nas taxas de degradação do amido. Com amido de maior degradabilidade, provavelmente os níveis máximos recomendados devem ser menores em relação ao amido de baixa degradabilidade (Zeoula & Caldas Neto, 2001).

No presente trabalho, foi utilizado o milho desintegrado com palha e sabugo com processamento mais grosseiro, o que pode resultar em respostas diferentes daquelas com milho processado de outra forma, ou mesmo com outra fonte de amido. É importante que se desenvolvam trabalhos para avaliar a influência de diferentes tipos de amidos e efeito de processamento em relação a outras fontes CSDN.

Com relação à concentração de gordura láctea, em vacas leiteiras, os resultados mais comuns são o aumento no percentual de gordura no leite com a adição de FSDN às dietas. Belibasakis & Tsirgogianni (1996), em dietas com 20% de polpa cítrica, alteraram a razão AmAs:FSDN de 2,07 para 2,54 e observaram aumento no teor de gordura do leite ($P < 0,05$). Maior proporção molar de acetato – um precursor de ácidos graxos de média e pequena cadeia ou a maior concentração de ácido cítrico na polpa cítrica –, que poderia aumentar a concentração de citrato na glândula mamária e estimular a lipogênese pela ativação da acetil-CoA carboxilase, pode estar relacionada ao maior teor de gordura observado no leite de vacas. Outros trabalhos não têm demonstrado efeitos do perfil de CSDN no percentual de gordura em vacas leiteiras (Assis, 2001).

Bomfim (2003), estudando razões AmAs:FSDN variando de 0,82 a 5,35 em cabras leiteiras, não obteve diferenças significativas para a concentração ruminal de acetato e propionato, mas observou uma relação acetato : propionato de 1,84, que

pode explicar a redução dos valores de gordura láctea observada no presente trabalho (Tabela 7). Segundo esse autor, o efeito da alta concentração de CSDN, associado à reduzida participação da fibra nas dietas, sobrepôs-se ao efeito do perfil dos CSDN. Segundo Morand-Fehr & Sauvant (1982), a natureza do volumoso e o nível de concentrado podem alterar a produção e constituintes lácteos em cabras leiteiras, mas o efeito da substituição de amido por concentrados fibrosos pouco altera a composição ou produção de leite.

Santini et al. (1992), estudando o efeito da concentração de fibra, observaram decréscimo linear no conteúdo de gordura do leite de cabras Saanen, em resposta ao aumento no CSDN. Estes autores verificaram, nos níveis de menor participação de fibra (383 g.kg⁻¹ de FDN), concentração de gordura láctea de 24,8 g.kg⁻¹, que são menores ainda que os obtidos no presente trabalho. Estes achados sugerem que, em dietas com baixa concentração de fibra, alternativas para minimizar o impacto sobre a concentração de gordura láctea devem ser estudadas para cabras leiteiras.

Com cabras leiteiras, Danelón et al. (2001) também não observaram influência do perfil de CSDN (amido de sorgo, trigo ou FSDN) sobre a produção concentração ou produção de gordura e proteína em cabras Saanen. Estes autores, trabalhando com alfafa e dietas com 366 g.kg⁻¹ de fibra, obtiveram médias de produção de leite (L.d⁻¹), conteúdo de gordura (g.kg⁻¹) e proteína bruta (g.kg⁻¹) de 1,67, 36 e 32,2, respectivamente.

Em dietas com 399 g.kg⁻¹ de fibra onde as fontes de fibra eram alfafa e silagem de polpa de beterraba, Schmidely et al. (1999) compararam dietas com amido de rápida degradação (240 g.kg⁻¹) com dietas ricas em FSDN (32 g.kg⁻¹ de amido), em cabras leiteiras com produção acima de 3,0 kg de produção diária de leite, e não observaram influência da produção de leite em resposta ao perfil de CSDN das dietas (P>0,05).

Com o aumento no consumo de Am e As em relação à FSDN, houve aumento linear no teor de PB no leite (Tabela 7).

Segundo DePeters & Cant (1992), estudos de cinética da absorção de aminoácidos (AA) pela glândula mamária demonstram relação linear entre diferença artério-venosa e concentração arterial de AA essenciais. Então, a concentração arterial é o principal determinante do fornecimento de substrato para a síntese de proteína na glândula mamária. Ademais, a síntese de proteína láctea parece não ser limitada pelos AA não essenciais (AANE), mas pela concentração arterial de aminoácidos essenciais (AAE) influenciando a síntese de polipeptídeos na glândula mamária.

Os dados de Bomfim (2003), que observou redução linear na eficiência de síntese e no fluxo de proteína microbiana para o abomaso em dietas mais ricas em FSDN, reforçam a hipótese de que a qualidade da proteína metabolizável foi alterada, comprometendo a concentração arterial de aminoácidos essenciais à síntese e excreção de proteína na glândula mamária. Estes resultados sugerem que trabalhos avaliando a suplementação de dietas ricas em FSDN com fontes de proteína não degradável no rúmen são necessários, com o objetivo de corrigir esta deficiência e seus efeitos sobre a síntese de proteínas do leite.

A alteração na produção de leite, em função das diferentes relações entre CSDN estudadas, influenciou a produção de lactose. A produção de leite e a resposta do teor de PB aos tratamentos influíram na produção de proteína bruta láctea, que aumentou de forma linear com o aumento na razão AmAs:FSDN.

Na Tabela 8, são apresentados os efeitos da razão AmAs:FSDN sobre o tempo que os animais permaneceram alimentando, ruminando, mastigando e em ócio.

Tabela 8 - Efeito da razão AmAs:FSDN sobre o comportamento ingestivo dos animais experimentais

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
Alimentando (min d ⁻¹)	Y = 352,40 – 6,65 ^{**} x	0,93	11,53
Alimentando (% das atividades)	Y = 24,47 – 0,4618 ^{**} x	0,93	11,53
Ruminando (min d ⁻¹)	Y = 391,60	--	19,91
Ruminando (% das atividades)	Y = 27,19	--	19,91
Mastigando (min.d ⁻¹)	Y = 719,60	--	15,09
Mastigando (% das atividades)	Y = 49,97	--	15,09
Ócio (min d ⁻¹)	Y = 720,40	--	15,07
Ócio (% das atividades)	Y = 50,03	--	15,07

*P<0,05; **P<0,01.

Com o aumento na razão AmAs:FSDN, houve redução linear no tempo gasto com alimentação (P<0,01), sem, contudo, alterar o tempo de ócio, ruminação ou mastigação. Estes resultados divergem daqueles observados por Bomfim (2003), em cabras leiteiras alimentadas com diferentes relações AmAs:FSDN e feno de alfafa. Neste trabalho, o autor observou aumento linear no tempo dedicado à alimentação com o aumento na relação AmAs:FSDN, que foi influenciado pelo maior teor de fibra e aspecto físico das dietas.

Conclusões

O balanceamento dos carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas à base de feno de capim-Tifton 85 deve ser observado em dietas de cabras leiteiras.

O aumento nos níveis de FSDN das dietas reduz o conteúdo de proteína no leite de cabras leiteiras.

A manutenção da razão entre amido + açúcar, em relação à FSDN, próxima a 6,07, que representa níveis de amido entre 24,85 e 29,11, de açúcares entre 4,88 e 9,43, de FSDN entre 3,76 e 8,69 e amido + açúcares entre 33,99 e 34,28%, respectivamente, maximiza a produção de leite em cabras leiteiras.

Literatura Citada

- ASSIS, A.J. **Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington D.C.: 1990. 1141p.
- BELIBASAKIS, N.G.; TSIRGOGIANNI, D. Effects of dried citrus pulp on milk composition and blood components of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.60, p.87-92, 1996.
- BEN-GHEDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J. et al. The effects of starch- and pectin- rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.24, p.289-298, 1989.
- BHATTACHARYA, A.N.; HARB, M. Dried citrus pulp as a grain replacement for Awasi lambs. **Journal of Animal Science**, v.36, n.6, 1973.
- BOMFIM, M.A.D.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Efeito do perfil de carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas à base de alfafa no consumo de matéria seca e produção de leite em cabras alpinas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOECNIA, 39., Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD ROM.
- BOMFIM, M.A.D. **Carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas de cabras leiteiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- BUENO, M.S.; FERRARI JR., E.; BIANCINI, D. et al. Effect of replacing corn with dehydrated citrus pulp in diets of growing kids. **Small Ruminant Research**, v.46, p.179-185, 2002.
- 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**. Piracicaba: Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1998. 120p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1998.
- CARVALHO, S. **Desempenho e comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.

- CORDEIRO, P.R.C. Opções de mercado do leite de cabra e derivados – Perspectivas para o desenvolvimento, industrialização e comercialização. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA CAPRINOCULTURA, 5., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: 1998. p.57-64.
- DANELÓN, J.L.; ALLOCATI, P.; WAWRZIEWICZ, M. et al. Performance of dairy goats to alfafa silage based diets supplemented with different sources of carbohydrates. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2001. CD ROM.
- DePETERS, E.J.; CANT, J.P. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2043-2070, 1992.
- DEVENDRA, C. Goat: Dietary factors affecting milk secretion and composition. **International Goat and Sheep Research**, v.2, n.1, p.61-76, 1982.
- EZEQUIEL, J.M.B. Uso da polpa cítrica na alimentação animal. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., 2001, Goiania. **Anais...** Goiania: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p.329-346.
- FENG, P.; HOOVER, W.H.; MILLER, T.K. et al. Interactions of fiber and nonstructural carbohydrates on lactation and ruminal function. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.5, 1993.
- GAINES, W.L. The energy basis of measuring milk yield in dairy cows. **Illinois Agricultural Experiment Station Bulletin 308**. 1928.
- GONÇALVES, A.L. **Degradabilidade ruminal da fibra e comportamento alimentar em cabras leiteiras recebendo dietas com diferentes relações volumoso:concentrado**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- HALL, M.B. Management strategies against ruminal acidosis. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 10., 1999, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville, 1999. p.104-113.
- HALL, M.B. Recentes avanços em carboidratos não fibrosos na alimentação de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.149-159.
- HALL, M.B.; HOOVER, W.H.; JENNINGS, J.P. et al. A method for partitioning neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal Science Food and Agriculture**, v.79, n.15, p.2079-2086, 1999.

- HENRIQUE, W.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. et al. Substituição de amido por pectina em dietas com diferentes níveis de concentrado. 1. Desempenho animal e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1206-1211, 1998.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.2755-2766, 1986.
- LEIVA, E.; HALL, M.B.; Van HORN, H.H. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrate. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.2866-2875, 2000.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MANSFIELD, H.R.; STERN, M.D.; OTTERBY, D.E. Effect of beet pulp and animal by-products on milk yield and in vitro fermentation by rumen microorganisms. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.205-216, 1994.
- MORAND-FEHR, P.; SAUVANT, D. Composition and yield production of goat milk as affected by nutritional manipulation. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1671-1680, 1982.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3598, 1991.
- OWENS, F.N.; ZINN, R.A.; KI, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1634-1648, 1986.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI JR., P. **Manual prático de avaliação de alimentos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. 25p.
- RESENDE, K.T.; MEDEIROS, A.N.; PEREIRA FILHO, J.M. et al. Produção de leite de cabra em regime de pastejo. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA, 6., 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: 2002. p.199-211.
- 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, 1999.
- ROSENDO, O.; HALL, M.B.; STAPLE, C.R. et al. Effects of polysaccharides on fiber digestion kinetics and microbial protein production in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.82 (supp. 1.), p.89, 1999.

- SANTINI, F.J.; LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J. et al. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion and passage in goats fed alfalfa hay. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.209-219, 1992.
- SCHMIDELY, P.; LLORET-PUJOL, M.; BAS, P. et al. Influence of feed intake and source of dietary carbohydrate on the metabolic response to propionate and glucose challenges in lactating goats. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.738-746, 1999.
- SHRIVER, B.J.; HOOVER, W.J.; SARGENT, J.P. et al. Fermentation of high concentrate diet as affected by ruminal and digesta flow. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.413-419, 1986.
- SNIFFEN, C.; THOMAS, E.; ALLSHOUSE, R. et al. What's new in fiber and carbohydrate, dez. 1996, < www.ansci.cornell.edu. (out. 2000).
- SOLOMON, R.; CHASE, L.E.; BEN-GHEDALIA, D. et al. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1322-1329, 2000.
- SUTOH, M.; OBARA, Y.; MIYAMOTO, S. The effect of sucrose supplementation on kinetics of nitrogen, ruminal propionate and plasma glucose in sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.126, p.99-105, 1996.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistemas de análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário).
- Van SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-129, 1967.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F. Recentes avanços em amido na alimentação de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.249-284.

Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro e Parâmetros Digestivos em Cabras Leiteiras

RESUMO - Objetivou-se com este trabalho observar o efeito de dietas de alta concentração de Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro (CSDN), com diferentes perfis, sobre os parâmetros digestivos em cabras leiteiras. Foram utilizados cinco animais não lactantes, fistulados no rúmen e abomaso. Os animais foram arranjados em um delineamento experimental em quadrado latino 5 x 5, utilizando-se a razão entre as concentrações de amido associado ao açúcar solúvel, em relação à fibra solúvel em detergente neutro (AmAs:FSDN), como variável independente. Não houve efeito ($P>0,05$) dos tratamentos sobre o consumo de MS, PB, EE, FDN, CSDN e de energia (EL_{3x}). O aumento na razão AmAs:FSDN reduziu linearmente ($P<0,01$) a digestão ruminal da MS, FDN, PB e CSDN, mas, de maneira contrária, a digestão intestinal destes componentes aumentou linearmente ($P<0,01$), de forma que, em função desta compensação, a digestibilidade total não foi alterada ($P>0,05$). O aumento na proporção de amido reduziu de forma linear o pH ruminal ($P<0,01$) e aumentou o tempo em que esta variável permaneceu abaixo do valor de 6,2 ($P<0,01$). O perfil de ácidos graxos, amônia ruminal e taxa de passagem não foi afetado ($P>0,05$) pelos tratamentos. A maior participação de FSDN nas dietas reduziu a eficiência de síntese microbiana ($P<0,05$) do fluxo de proteína microbiana e de proteína total para o abomaso ($P<0,01$). O balanceamento de dietas com alta proporção de CSDN deve ser observado, considerando-se o efeito positivo da FSDN sobre a manutenção do pH ruminal e o efeito do amido sobre a eficiência de síntese microbiana e fluxo de proteína microbiana para o abomaso.

Palavras-chave: CSDN, CNF, pectina, FSDN, amido, açúcares

Neutral Detergent Soluble Carbohydrates and Digestive Parameters in Dairy Goats

ABSTRACT - This work aimed to evaluate the effect of diets with high concentration of Neutral Detergent Soluble Carbohydrates (NDSC), with different profiles, on digestive parameters in dairy goats. Five non-lactating goats, with fistulae in both rumen and abomasum, were assigned to a 5 x 5 latin square design, by using the ratio between starch and soluble sugar to neutral detergent soluble fiber (StSu:NDSF) as independent variable. No treatment effect ($P>0.05$) was observed on intake of dry matter, CP, EE, NDF, NDSC and of energy (NE_{3x}). The increase on StSu:NDSF ratio linearly reduced DM, NDF, CP and NDSC ruminal digestion ($P<0,01$). Conversely, the intestinal digestion of these components linearly increased ($P<0,01$) thus, the total digestibility was not altered ($P>0.05$). Higher proportion of starch linearly reduced rumen pH values ($P<0.01$), and increased time in which pH was maintained under the value of 6.2 ($P<0.01$). Fatty acids profile, ruminal ammonia and passage rate were not affected by treatments ($P>0.05$). The greatest dietary NDSF participation resulted in decrease of microbial efficiency ($P<0.05$), of both microbial and total protein flow to the abomasum ($P<0.01$). Diets calculated to present high NDSC proportion should be taking in account the positive effect of NDSF on ruminal pH maintenance as the effect of starch on efficiency of microbial synthesis and microbial protein flow to abomasum.

Key Words: NDFSC, NFC, pectin, NDSF, starch, soluble sugars.

Introdução

A partir do desenvolvimento do sistema detergente de análise de alimentos (Van Soest, 1967), os carboidratos foram classificados em fibrosos (CF), representados pelo resíduo em detergente neutro, e os não fibrosos (CNF), que são os carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN), cujos componentes são o amido, os açúcares solúveis e um grupo de carboidratos denominados fibra solúvel em detergente neutro (FSDN) ou polissacarídeos não amiláceos (PNA) constituídos de pectina, (1→3) (1→4) β -glucanas e frutanas.

As rações para animais de maior exigência, como as cabras leiteiras de alto potencial produtivo, criadas em sistemas intensivos, são direcionadas a formulações com maior proporção de CSDN, que aumentam a digestibilidade da MS, a quantidade de carboidrato degradado no rúmen, o consumo de energia, a síntese e o fluxo de proteína microbiana para o abomaso. O maior consumo de energia e fluxo de proteína metabolizável resulta em maior produção de leite (Suton et al., 1996).

Entretanto, em cabras leiteiras, dietas com alto teor de CSDN podem reduzir a concentração ruminal de acetato e a relação acetato:propionato, resultando em redução no teor de gordura do leite. Ademais, um dos principais efeitos negativos de dietas com alta proporção de CSDN é a redução no pH ruminal (Santini et al., 1992).

O pH mais baixo, em resposta ao aumento do nível de CSDN, pode deprimir a digestão da fibra e, por consequência, reduzir a taxa de renovação de sólidos. Estas observações têm sido associadas a menor consumo de matéria seca, à eficiência de síntese microbiana e ao fluxo de nitrogênio microbiano para o duodeno em animais alimentados com dietas contendo alta proporção destes constituintes (Feng et al., 1993).

Trabalho de fermentação em cultura contínua demonstrou que digestão de MO e FDN foi severamente alterada em pH 5,8, mas aumentou consistentemente em pH 6,2, permanecendo constante entre 6,2 e 7,0. A redução no número de microrganismos aderidos à fibra entre pH 6,2 e 5,8 pode ser um importante

mecanismo de redução da digestibilidade da fibra em baixo pH (Shriver et al., 1986).

Contudo, estes efeitos podem diferir em função do perfil de CSDN da dieta. A fermentação do amido no rúmen apresenta uma variedade de similaridades com a dos açúcares solúveis. Ambos podem ser fermentados até lactato, que pode decrescer rapidamente o pH e o crescimento de determinadas comunidades microbianas, especialmente as fibrolíticas, podendo deprimir a digestão da fibra e a eficiência de síntese de células microbianas; além disso, tendem a aumentar a concentração molar de propionato, alterando a partição de energia, podendo resultar em redução no teor de gordura láctea e, caso escapem da degradação ruminal, são passíveis de digestão enzimática pós-ruminal, podendo contribuir no intestino delgado para aporte de glicose para o hospedeiro.

A fermentação da FSDN é rápida e extensa, de maneira semelhante ao amido e açúcares solúveis, mas, com possível exceção das frutanas, sua fermentação ruminal não tende a produzir ácido láctico, tendo sido observada maior relação acetato:propionato no fluido ruminal. Além disso, devido a sua composição de carboidratos e suas ligações químicas, os componentes da FSDN não são digeridos por enzimas de mamíferos e, provavelmente, não contribuem de maneira significativa para o aporte de energia no intestino delgado.

Apesar destas características contrastantes, os atuais sistemas de avaliação de alimentos têm considerado a fração CSDN como uniforme. Assim, a resposta animal tem sido estimada de maneira semelhante, quando utilizados alimentos contendo diferentes carboidratos constituintes dos CSDN.

As diferenças nas características de fermentação sugerem que alimentos ricos em FSDN, provavelmente, contribuam menos que os de maior proporção de amido ou açúcares para desordens metabólicas, redução na eficiência ruminal e desempenho animal associado à acidose láctica.

Estas observações teóricas têm-se reproduzido em trabalhos na literatura com várias espécies. Ben-Ghedalia et al. (1989) observaram que, sob dietas com maior

concentração de FSDN, em substituição ao amido de cevada, os ovinos apresentaram maiores digestibilidade da fibra, pH e ácido acético ruminais.

Leiva et al. (2000), assim como Solomon et al. (2000), trabalhando com vacas leiteiras e substituindo o amido de milho por FSDN, registraram maior concentração de gordura láctea em animais alimentados com dietas ricas em FSDN. Maior proporção de ácido acético ruminal também foi citada por Rocha Filho et al. (1998) como o efeito da substituição do amido de milho por FSDN em vacas leiteiras.

Trabalhos realizados com bovinos de corte demonstraram efeitos dos diferentes perfis de CSDN no consumo de matéria seca, no ganho de peso diário e na eficiência de conversão alimentar (Henrique et al., 1998).

Em cabras leiteiras, o contraste entre dietas com diferentes fontes de amido e FSDN não afetou a produção de leite em animais com produção média de 1,67 L.d⁻¹ (Danelón et al., 2001) ou 2,46 kg.d⁻¹ (Bomfim et al., 2002a). Nesses experimentos, utilizou-se alfafa (*Medicago sativa*) como forrageira, aspecto que também deve ser considerado, pois, em dietas à base de gramíneas do gênero Tifton e alta proporção de CSDN, Bomfim et al. (2002b) observaram efeito significativo da razão entre diferentes fontes de carboidrato sobre consumo e produção de leite em cabras leiteiras de alta produção.

Dessa forma, objetivou-se observar o efeito de dietas com alta proporção de CSDN de diferentes perfis sobre parâmetros digestivos de cabras leiteiras alimentadas com feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*).

Material e Métodos

Neste trabalho, conduzido no Setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, utilizaram-se cinco cabras da raça Alpina, multíparas, não gestantes e não lactantes, fistuladas no rúmen e abomaso, com peso vivo médio de 52,80 ± 5,72 kg, confinados em baias individuais com dimensões de 1,5 x 2,0 m de piso ripado, adaptadas para coleta total de fezes.

Os animais foram arranjados em um delineamento experimental em quadrado latino 5 x 5, para avaliar os efeitos de cinco razões entre as concentrações de amido associado ao açúcar solúvel (AmAs) em relação à fibra solúvel em detergente neutro (AmAs:FSDN) em dietas com alta concentração de carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN), tendo como base forrageira o feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*). Estes tratamentos foram idealizados, levando-se em consideração a similaridade entre os produtos finais da fermentação e os efeitos potenciais sobre a acidose láctica dos diferentes carboidratos.

A proporção dos ingredientes nas dietas e a composição dos alimentos e das dietas encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 1, 2 e 3. As dietas, isoprotéicas e isoenergéticas, foram balanceadas com níveis mínimos de participação de fibra de forragem para maximizar o consumo de CSDN e seus efeitos sobre a digestão e o desempenho animal.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nas dietas, expressa na base da matéria seca

Alimento	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Feno de Tifton	37,00	37,00	40,00	42,00	40,00
MDPS ¹	0,00	13,83	24,09	33,60	47,00
Polpa cítrica	48,93	35,54	23,23	12,17	0,00
Farelo de soja	13,10	12,73	11,84	11,22	11,41
MAP ²	0,25	0,18	0,16	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	0,00	0,00	0,00	0,18	0,78
Calcário	0,00	0,00	0,00	0,17	0,13
Mistura mineral	0,70	0,71	0,68	0,66	0,68
Relação vol:conc	37,0:63,0	37,0:63,0	40,0:60,0	42,0:58,0	40,0:60,0

¹ Milho desintegrado com palha e sabugo; ² Fosfato monoamônio.

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica dos alimentos experimentais

Itens	Alimentos			
	Feno de capim-Tifton	MDPS	Polpa cítrica	Farelo de soja
MS (g.kg ⁻¹)	800,60	841,70	881,90	886,20
MO (g.kg ⁻¹)	926,20	978,50	926,70	932,10
CZ (g. kg ⁻¹)	73,80	21,50	73,30	67,90
PB (g.kg ⁻¹)	88,50	79,50	66,30	480,60
NIDN (g.100 g ⁻¹ NT) ¹	47,34	17,53	28,15	6,80
NIDA (g.100 g ⁻¹ NT) ²	11,62	4,73	5,50	0,30
EE (g.kg ⁻¹)	19,00	12,40	23,20	25,60
CT (g. kg ⁻¹) ³	818,70	886,60	837,20	425,90
FDN (g. kg ⁻¹)	730,90	342,70	212,8	177,40
CSDN (g. kg ⁻¹) ⁴	87,80	543,9	624,40	248,50
Amido (g. kg ⁻¹)	32,2	531,1	51,70	51,00
Açúcares solúveis (g. kg ⁻¹)	21,00	23,90	271,3	69,60
FSDN (g. kg ⁻¹) ⁷	0,00	33,80	281,90	141,40
FDA (g. kg ⁻¹)	390,90	145,60	151,70	82,60
LDA (g. kg ⁻¹) ⁸	65,20	29,90	22,7	4,40
EL _{3x} (Mcal. kg ⁻¹) ⁹	1,17	1,66	1,80	2,01
Ca (g. kg ⁻¹)	3,20	0,80	21,9	2,90
P (g. kg ⁻¹)	2,30	2,10	1,30	7,10

¹Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ²Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ³Carboidratos totais; ⁴Carboidratos solúveis em detergente neutro; ⁵Amido; ⁶Açúcares solúveis; ⁷Fibra solúvel em detergente neutro; ⁸Lignina em detergente ácido; ⁹Energia líquida 3x manutenção.

Tabela 3 - Composição químico-bromatológica das dietas experimentais

Itens	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
MS (g.kg ⁻¹)	853,40	847,70	841,10	835,80	832,50
MO (g.kg ⁻¹)	930,70	936,20	942,90	949,20	964,40
CZ (g.kg ⁻¹)	69,30	63,80	57,10	50,80	35,60
PB (g.kg ⁻¹)	122,20	125,70	119,60	124,20	116,50
NIDN (g.100 g ⁻¹ NT) ¹	32,19	30,82	30,51	29,97	27,96
NIDA (g.100 g ⁻¹ NT) ²	7,03	6,95	7,11	7,17	6,90
EE (g.kg ⁻¹)	23,00	21,20	20,40	18,90	17,30
CT (g.kg ⁻¹) ³	785,40	789,40	803,00	806,26	830,60
FDNf (g.kg ⁻¹) ⁴	270,43	270,43	292,36	306,98	292,36
FDN (g.kg ⁻¹)	406,50	410,50	420,40	439,60	448,50
CSDN (g.kg ⁻¹) ⁵	378,90	378,90	382,60	366,66	382,10
Amido (g.kg ⁻¹)	33,20	104,00	153,30	226,40	277,30
Açúcares solúveis (g.kg ⁻¹)	153,40	116,90	82,80	55,20	26,00
FSDN (g.kg ⁻¹) ⁶	226,30	169,60	144,50	95,80	56,60
Am As:FSDN ⁷	0,82	1,30	1,63	2,94	5,35
FDA (g.kg ⁻¹)	229,70	229,92	236,60	240,80	234,20
LDA (g.kg ⁻¹) ⁸	35,80	36,90	39,10	40,70	40,60
EL _{3x} (Mcal.kg ⁻¹) ⁹	1,66	1,70	1,69	1,67	1,73
NDT _{3x} (g.kg ⁻¹) ¹⁰	667,50	684,10	679,10	673,00	695,10
Ca (g.kg ⁻¹)	12,30	9,50	6,90	5,70	5,40
P (g.kg ⁻¹)	3,00	3,00	3,00	2,90	0,29

¹Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ²Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ³Carboidratos totais;

⁴FDN oriunda de forragem; ⁵Carboidratos solúveis em detergente neutro; ⁶Fibra solúvel em detergente neutro;

⁷Razão entre amido + açúcares solúveis e fibra solúvel em detergente neutro; ⁸Lignina em detergente ácido;

⁹Energia líquida 3x a manutenção; ¹⁰Nutrientes digestíveis totais 3x manutenção.

Cada período experimental compreendeu 21 dias, sendo 12 dias de adaptação às dietas, ao manejo e ajuste do consumo voluntário e nove dias de coleta de dados. Para avaliação do efeito dos tratamentos, foram observadas as seguintes variáveis: consumo voluntário; digestibilidade total e parcial dos nutrientes; parâmetros ruminais; taxa de passagem de sólidos; fluxo de nutrientes para o abomaso; e eficiência de síntese microbiana.

Com acesso *ad libitum* às dietas e água, o consumo voluntário foi calculado pela diferença entre o oferecido e as sobras, ajustadas para corresponderem a 10% do total oferecido. Para cada animal construíram-se amostras compostas de sobras referentes a cada período experimental, as quais foram congeladas para análises posteriores.

Durante os seis primeiros dias do período de coleta, ou seja, do 13^o ao 18^o dia, foram coletados os dados para determinação da digestibilidade aparente, pela técnica *in vivo*. As fezes coletadas e pesadas diariamente foram amostradas em alíquotas de 10% e congeladas para posteriores análises laboratoriais.

Para determinação da concentração de amônia (N-NH₃), pH e ácidos graxos voláteis (AGVs) no rúmen, foram coletadas amostras do fluido ruminal a cada duas horas durante 24 horas. O pH foi medido imediatamente após a coleta do material com potenciômetro digital. Para a análise de amônia e AGVs, as amostras foram acidificadas com ácido metafosfórico 25% imediatamente após a coleta (1 mL de ácido:5 mL fluido), centrifugadas para, em seguida, serem acondicionadas e congeladas em tubetes plásticos de 3 mL para análises posteriores. A análise de amônia foi feita segundo técnica colorimétrica proposta por Chaney & Marbach (1962) e a determinação e quantificação de AGVs, por intermédio de cromatografia gasosa, segundo técnica descrita por Erwin (1961).

A quantificação do índice pH-hora, que se propõe a quantificar o tempo em que o pH ruminal permaneceu abaixo do limite de 6,2 ao longo do dia, foi procedida conforme Kennedy & Bunting (1992) e constituída do cálculo da área sobre a curva de pH abaixo de 6,2, que tem sido considerado nível de pH abaixo do qual a fermentação da fibra e o crescimento microbiano podem ser mais afetados (Shriver et al., 1986).

Para determinação da taxa de passagem e do fluxo dos diferentes nutrientes para o abomaso, foi utilizada a fibra em detergente ácido indigerível (FDAi) como indicador interno, conforme técnica descrita por Cochran et al. (1986).

A taxa de passagem foi estimada utilizando-se a técnica da evacuação ruminal, segundo metodologia descrita por Robinson et al. (1987). Para minimizar os efeitos da alimentação, o conteúdo ruminal foi removido às 13 h (dia sete de coleta), 22 h (dia oito) e 4 h (dia nove), ou seja, uma coleta entre as duas refeições diárias (menor intervalo) e duas coletas no maior intervalo, entre as alimentações da tarde e da manhã seguinte.

Depois de removido, o conteúdo do rúmen foi separado em frações sólida e líquida, com o auxílio de tela de polietileno. Estas frações foram pesadas separadamente e, a partir de sua proporção, construídas amostras representativas do material ruminal. O líquido então foi retornado ao rúmen, seguido da fração sólida. Este material foi levado à estufa de ventilação forçada (60°C) e compostas em igual base seca por cabra em cada período para que se procedessem às análises laboratoriais. A partir destes dados, calculou-se a massa ruminal de diferentes componentes da ração. A taxa de passagem (kp) foi estimada a partir do quociente entre a massa ruminal e o fluxo abomasal diário do indicador (FDAi) (Faichney, 1993).

Para quantificação do fluxo abomasal e da produção de proteína microbiana, nos dias 1 a 6 do período de coleta, foram obtidas, das fístulas abomasais, alíquotas de aproximadamente 150 mL a intervalos de 26 horas de cada animal, a partir das quais foram constituídas amostras composta por animal em cada período experimental na base da matéria seca ao ar (60°C).

O fluxo de matéria seca foi calculado como:

$$Fluxo = \frac{CDM \times 100}{CMA}, \text{ em que CDM é o consumo diário do marcador e CMA, a}$$

concentração do marcador na matéria abomasal.

No dia 9 do período de coleta, 2.000 mL de líquido da digesta ruminal foram coletados, sendo 1.000 mL antes da alimentação e 1.000 mL seis horas após a

alimentação, para isolamento de bactérias ruminais, conforme técnica descrita por Cecava et al. (1990). A estimativa da produção de N-bacteriano foi feita segundo a técnica das bases purinas (relação N-total / N-RNA) (Zinn & Owens, 1986).

A eficiência de síntese microbiana foi calculada em função dos carboidratos totais e matéria orgânica degradados no rúmen, estimados pela diferença entre o consumo e o fluxo abomasal destas frações.

Nos alimentos, determinou-se a composição de matéria seca (MS), nitrogênio total (NT), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ), cálcio (Ca) e fósforo (P), utilizando as técnicas descritas em AOAC (1990); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) segundo técnicas descritas em Licitra et al. (1996); lignina em ácido sulfúrico (LDA), utilizando técnicas descritas em Pereira & Rossi Jr. (1995); amido (Am), açúcar solúvel (As) e fibra solúvel em detergente neutro (FSDN), segundo Hall et al. (1999). As sobras, massa ruminal e abomasal, foram analisadas para determinação de MS, PB, EE, CZ, FDN, Am, As e FSDN. A massa abomasal e a microbiana obtida do fluido ruminal foram também analisadas quanto ao conteúdo de N-RNA, segundo técnica descrita em Zinn & Owens (1986).

Os carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN) foram obtidos a partir da equação: $CSDN = 100 - (\%PB + \%EE + \%CZ + \%FDN)$, segundo Van Soest et al. (1991).

O valor de energia dos alimentos foi estimado segundo Van Soest (1994), utilizando a equação: $NDT = DMS - \text{cinzas} + 1,25 \times (EE) + 1,9$, em que DMS é a digestibilidade da matéria seca, obtida como: $DMS = (100 - FDN) \times 0,98 + (FDN \times DFDN / 100) - 12,8$. DFDN é a digestibilidade estimada da FDN, obtida como: $DFDN = 147,3 - 78,9 \log_{10} [(LDA / FDA) \times 100]$. Nesta equação, LDA representa o conteúdo de lignina do alimento. A conversão de NDT para EL foi feita utilizando-se a equação: $ELI \text{ (Mcal/kg)} = 0,0245 \times NDT (\%) - 0,12$ (NRC, 2001).

Para se estimar o valor de energia das dietas, utilizaram-se os dados de digestibilidade aparente obtidas neste experimento, sendo que:

$NDT (\%) = dCNF + dPB + (dEE \times 2,25) + dFDN$, em que “d” representa digestibilidade aparente dos diferentes componentes. Para conversão dos valores de NDT para energia líquida de lactação (EL) e energia metabolizável (EM), foram utilizadas as equações: $ELI (\text{Mcal/kg}) = 0,0245 \times NDT (\%) - 0,12$; $EM (\text{Mcal/kg}) = 1,01 \times ED (\text{Mcal/kg}) - 0,45$. A energia digestível (ED) foi obtida a partir da equação: $ED (\text{Mcal/kg}) = 0,04409 \times NDT (\%)$, todas sugeridas no NRC (2001).

Os dados submetidos à análise de variância, quando significativos, foram desdobrados quanto ao efeito de tratamento nos componentes de regressão polinomial, sendo que a razão $\frac{\text{Amido} + \text{Açúcar solúvel}}{\text{Fibra solúvel em detergente neutro}}$ (AmAs:FSDN) constituiu a variável independente.

A análise dos dados foi feita com o auxílio do Software Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1995) e o efeito dos tratamentos avaliados em nível de 0,05 de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os consumos de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, carboidratos solúveis em detergente neutro, amido, açúcares solúveis, fibra solúvel em detergente neutro, nutrientes digestíveis totais e energia líquida são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Médias, equações de regressão (ER) e coeficientes de regressão (R²) e de variação (CV), para o consumo de matéria seca e nutrientes

Variável	ER	R ²	CV (%)
CMS (g.d ⁻¹) ¹	Y = 828,02	--	20,30
CMS (%PV)	Y = 1,56	--	20,54
CMS (g. (kgPV ^{0,75}) ⁻¹) ²	Y = 42,10	--	18,97
CPB (g.d ⁻¹) ³	Y = 101,17	--	21,92
CEE (g.d ⁻¹) ⁴	Y = 16,57	--	18,90
CMO (g.d ⁻¹) ⁵	Y = 782,18	--	20,13
CFDN (g.d ⁻¹) ⁶	Y = 351,75	--	20,72
CFDN (%PV)	Y = 0,6644	--	19,22
CCSDN (g.d ⁻¹) ⁷	Y = 312,68	--	20,01
CAM (g.d ⁻¹) ⁸	Y = 40,56 + 38,61 ** x	0,98	22,48
CAs (g.d ⁻¹) ⁹	Y = 118,06 - 19,56 ** x	0,98	24,23
CFSDN (g.d ⁻¹) ¹⁰	Y = 172,63 - 25,38 ** x	0,98	16,18
CNDT (g.d ⁻¹) ¹¹	Y = 562,47	--	20,02
CEL (Mcal.d ⁻¹) ¹¹	Y = 1,40	--	20,04

¹Consumo de matéria seca; ²Consumo de proteína bruta; ³Consumo de extrato etéreo; ⁴Consumo de matéria orgânica; ⁵Consumo de fibra em detergente neutro; ⁶Consumo de carboidratos solúveis em detergente neutro; ⁷Consumo de amido; ⁸Consumo de açúcares solúveis; ⁹Consumo de fibra solúvel em detergente neutro; ¹⁰Consumo de nutrientes digestíveis totais 3x a manutenção; ¹¹Consumo de energia líquida 3x a manutenção.

Os consumos de matéria seca, matéria orgânica e energia não foram influenciados pelos tratamentos (P>0,05). O aumento na razão AmAs:FSDN resultou em resposta linear do consumo de amido (CAm) (P<0,01), açúcares (CAs) (P<0,01) e fibra solúvel em detergente neutro (FSDN) (P<0,01). O consumo dos demais nutrientes não foi afetado pelo perfil de CSDN (P>0,05).

Os dados da literatura referentes ao efeito de perfil de CSDN sobre consumo de matéria seca não são conclusivos. Danelón et al. (2001) conduziram experimento para avaliar o efeito de três perfis de CSDN (amido de trigo, de sorgo e FSDN), em cabras Saanen lactantes, e não encontraram diferenças significativas (P>0,05) para o consumo de matéria seca. Leiva et al. (2000), com vacas leiteiras, e Bomfim et al. (2002a), com cabras Alpinas, também não observaram efeito significativo. Nesses trabalhos, a razão AmAs:FSDN não ultrapassou 2,5. Entretanto, Bomfim et al.

(2002b), testando dietas com níveis maiores de razão AmAs:FSDN para cabras em lactação, demonstraram que a alteração na razão AmAs:FSDN pode afetar o CMS de forma quadrática, indicando que a alteração no consumo pode estar em função da razão.

Neste trabalho, os valores de consumo de matéria seca (%PV) foram: 1,39; 1,65; 1,57; 1,67; e 1,52 para as razões 0,82; 1,30; 1,63; 2,94; e 5,35, respectivamente. Apesar de não significativo, houve tendência de comportamento semelhante àquele observado por Bomfim et al. (2002b), com cabras em lactação, em que o consumo de matéria seca se comportou de maneira quadrática às razões AmAs:FSDN, embora nesse trabalho tenha sido usada uma faixa mais ampla da razão.

É importante comentar que os consumos registrados foram baixos, o que pode ter limitado a expressão dos tratamentos. Bomfim (2003), testando razões variando de 1,34 a 9,04, em dietas à base de feno de capim-Tifton 85, observaram efeito significativo para o consumo de MO. Neste trabalho, os consumos de MS foram, em média, de 4,14% do PV e o de MO de 1.597 a 1997 g.d⁻¹. O nível de fibra das dietas, associado ao estado fisiológico dos animais que estavam não gestantes e não lactantes, provavelmente, foi o fator responsável por este comportamento.

Um dos principais fatores relacionados à redução no consumo em dietas com alta concentração de amido e açúcares é o efeito da redução do pH sobre a digestibilidade da fibra, que pode reduzir a taxa de passagem e aumentar o tempo de retenção dos sólidos (Feng et al., 1993). No presente trabalho, apesar de haver redução linear no pH ruminal (Tabela 6) com o aumento na razão AmAs:FSDN, a magnitude deste efeito não foi suficiente para afetar a digestibilidade total da fibra e, embora a digestão ruminal deste componente tenha sido afetada (Tabela 5), o consumo de matéria seca não foi influenciado.

A observação de efeito apenas no consumo de amido (CAm), açúcar solúvel (CAs) e fibra solúvel em detergente neutro (CFSDN) está de acordo com o

planejamento das dietas (Tabela 3) que foram constituídas para variar apenas os diferentes carboidratos solúveis em detergente neutro.

Na Tabela 5, estão apresentados os efeitos das diferentes razões entre amido e açúcar solúvel em relação à FSDN (AmAs:FSDN) sobre o coeficiente de digestibilidade total e parcial dos nutrientes.

Tabela 5 - Média, equação de regressão (ER), coeficientes de determinação (R^2) e de variação (CV) da digestibilidades total, ruminal e intestinal da matéria seca e nutrientes, em função da razão AmAs:FSDN da dieta

Variável	ER	R^2	CV (%)
Digestibilidade aparente total			
DMS (g.kg ⁻¹) ¹	Y = 764,00	--	4,63
DPB (g.kg ⁻¹) ²	Y = 732,10	--	6,52
DFDN (g.kg ⁻¹) ³	Y = 628,60	--	9,87
DCSDN (g.kg ⁻¹) ⁴	Y = 959,7	--	1,29
DAm (g.kg ⁻¹) ⁵	Y = 65,57 + 38,39 - 12,95x ² + 1,26* x ³		
DAs (g.kg ⁻¹) ⁶	Y = 990,8 - 11,2x - 0,72** x ²	0,99	1,05
DFSDN (g.kg ⁻¹) ⁷	Y = 1007,1 - 0,22x - 12,6x ² + 2,3** x ³	1,00	0,38
Digestão ruminal			
DRMS (g.kg ⁻¹) ¹	943,4 - 59,2** x	0,92	12,06
DRPB (g.kg ⁻¹) ²	667,0 - 105,0** x	0,84	64,56
DRFDN (g.kg ⁻¹) ³	714,0 - 29,4** x	0,98	10,47
DRCSDN (g.kg ⁻¹) ⁴	965,2 - 34,4** x	0,91	6,35
DRAm (g.kg ⁻¹) ⁵	701,1 + 122,1x - 15,7* x ²	0,97	4,84
DRAs (g.kg ⁻¹) ⁶	1008,0 - 38,0x + 21,8x ² - 3,8** x ³	1,00	2,24
DRFSDN (g.kg ⁻¹) ⁷	959,8 + 88,9x - 63,2x ² + 6,0** x ³	1,00	3,53
Digestão intestinal			
DIMS (g.kg ⁻¹) ¹	56,6 + 59,2** x	0,92	48,48
DIPB (g.kg ⁻¹) ²	333,0 + 105,0** x	0,84	45,58
DIFDN (g.kg ⁻¹) ³	285,9 + 2,94** x	0,98	18,87
DICSDN (g.kg ⁻¹) ⁴	34,7 + 34,4** x	0,91	47,62
DIAm (g.kg ⁻¹) ⁵	288,9 - 122,1x + 15,7* x ²	0,97	30,39
DIAs (g.kg ⁻¹) ⁶	-8,0 + 38,1x - 21,8x ² + 3,8** x ³	1,00	53,61
DIFSDN (g.kg ⁻¹) ⁷	40,1 - 88,9x + 63,2x ² - 6,0** x ³	1,00	20,81

¹Digestibilidade da matéria seca; ²Digestibilidade da proteína bruta; ³Digestibilidade da fibra em detergente neutro; ⁴Digestibilidade dos Carboidratos solúveis em detergente neutro; ⁵Digestibilidade do amido; ⁶Digestibilidade dos açúcares solúveis; ⁷Digestibilidade da fibra solúvel em detergente neutro.

A digestibilidade total da MS, PB, FDN e CSDN não foi alterada pelas diferentes razão entre CSDN das dietas ($P>0,05$). A digestibilidade ruminal da FDN reduziu linearmente com o aumento na razão AmAs:FSDN ($P<0,01$), mas foi compensada com aumento, também linear, na digestibilidade intestinal ($P<0,01$) e, dessa forma, não se observou efeito na digestibilidade total desta fração. Bomfim (2003), com cabras em lactação, observou redução linear na digestibilidade aparente da matéria seca e fibra, com o aumento na razão AmAs:FSDN, em dois trabalhos distintos, que provavelmente foram reflexo da redução na degradação ruminal, como sugerem os dados do Tabela 5. Entretanto, no presente trabalho, provavelmente, o consumo de matéria seca minimizou estes efeitos e não foram observados efeitos sobre as digestões totais.

Embora fatores relacionados à preferência por substratos mais disponíveis ou competição por outros nutrientes tenham sido demonstrados *in vitro* (Russel & Baldwin, 1978; Russel & Baldwin, 1979), a redução no pH ruminal tem sido apontado como o principal fator químico associado à redução na digestão da fibra (Hoover, 1986). No presente trabalho, o aumento na razão AmAs:FSDN reduziu de forma linear o pH ruminal e aumentou o tempo em que o pH permaneceu abaixo de 6,2 (Figura 3), que, em tese, seria o nível de pH mínimo para que seja adequada a digestão no compartimento retículo-ruminal (Shriver et al., 1986).

A análise de variância do efeito dos tratamentos sobre a digestibilidade do amido e da FSDN apresentou-se significativa para os efeitos quadrático e cúbico ($P<0,01$). Entretanto, o comportamento dos dados da digestibilidade do amido e a menor soma de quadrado dos desvios demonstram que o modelo descontínuo Linear Response Plateau explica melhor o comportamento dos dados, como demonstrado na Figura 1. Neste caso, o platô de 99,05% foi atingido com razão AmAs:FSDN de 1,45. Esta observação também é válida para a digestão ruminal do amido, a qual atingiu o platô com razão de 1,53 e digestibilidade de 89,98%. A digestibilidade do açúcar foi influenciada de forma quadrática pelos tratamentos ($P<0,01$).

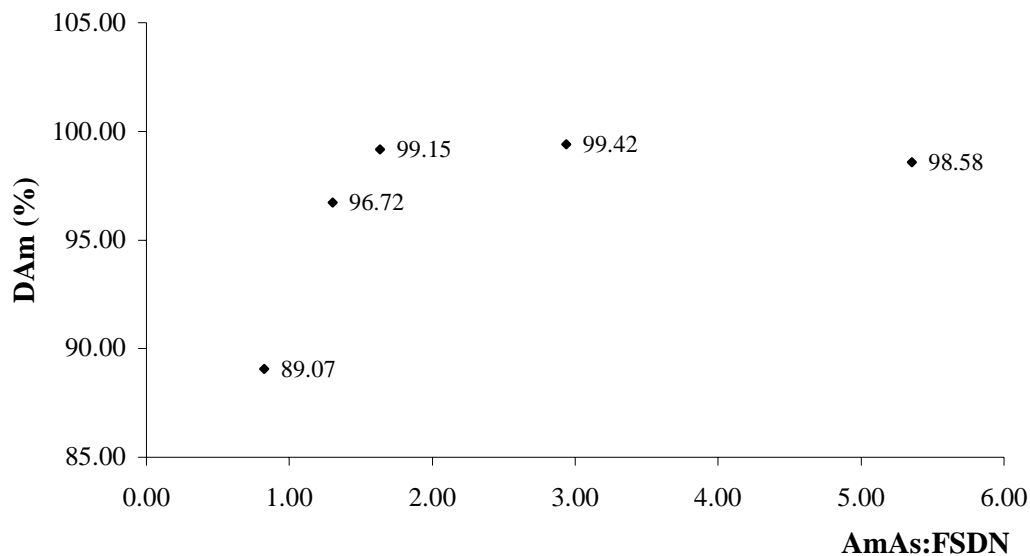


Figura 1 - Digestibilidade aparente do amido, em função da relação AmAs:FSDN.

No tratamento de menor razão AmAs:FSDN, houve maior participação do amido do farelo de soja, da polpa cítrica e do feno de capim-Tifton 85, portanto, é muito provável que a redução da digestibilidade total e ruminal deste carboidrato seja um efeito da fonte nas dietas. Nos tratamentos em que a maior parte do amido foi do milho desintegrado com palha e sabugo, a digestibilidade foi próxima de 100%. Observam-se reduzida digestibilidade ruminal e maior digestibilidade intestinal do amido nos tratamentos 0,89 e 1,30, estabelecendo-se um platô a partir destes tratamentos. Embora tenha havido compensação, a digestibilidade total foi afetada. A participação percentual do amido de milho em relação ao total de amido nas dietas foi de 0; 67,45; 81,10; 87,88; e 93,26 g.kg⁻¹, confirmando esta tendência.

Os dados referentes à digestibilidade do açúcar são difíceis de comentar, primeiro porque as taxas de degradação reportadas na literatura para os açúcares solúveis são altas o suficiente para não permitir escape ruminal. Ademais, há conversão de todos os polissacarídeos em monossacarídeos durante o processo de

digestão, que podem ser quantificados como açúcares solúveis e não refletem o açúcar da dieta.

O efeito significativo das dietas sobre a digestibilidade da FSDN parece estar relacionado ao baixo coeficiente de variação obtido para esta variável. Os valores médios próximos a 100% confirmam a alta digestibilidade dos carboidratos constituintes desta fração.

Os dados referentes à digestão parcial indicam que houve alteração no local de digestão da MS, PB, FDN, CSDN. A digestão ruminal destes componentes reduziu de forma linear com o aumento nos níveis de amido das dietas ($P < 0,01$), mas, nos intestinos, houve aumento linear na digestão em todas estas frações, como efeito compensatório; por esta razão, não foi observado efeito na digestibilidade total para estas frações.

Embora significativo no desdobramento para os efeitos linear, quadrático e cúbico ($P < 0,01$), o modelo quadrático parece ser o que melhor explica o comportamento biológico do efeito dos tratamentos na digestão ruminal da FSDN (Figura 2).

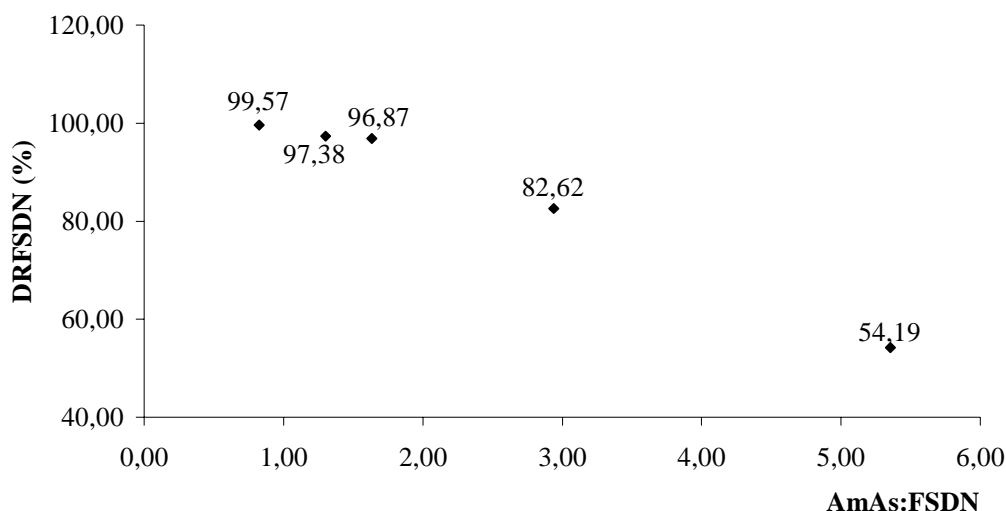


Figura 2 - Efeito da razão entre amido + açúcares solúveis em relação à FSDN (AmAs:FSDN) sobre a digestibilidade ruminal da FSDN (DRFSDN).

A degradabilidade ruminal da pectina é afetada pelo pH. Em estudos de fermentação *in vitro* usando microrganismos ruminais mistos e pectina em pH ajustado para 6,7 ou 6,0, observaram-se 87% de utilização da pectina em pH 6,7 e decréscimo de 53% na utilização e 63% na síntese de proteína microbiana em pH 6,0 (Strobel & Russel, 1986). No presente trabalho, o pH médio chegou a 6,34 nos tratamentos de maior razão AmAs:FSDN (Figura 3), que, provavelmente, influenciou na degradação da FSDN, como sugerido por estes autores. Contudo, valores próximos a 100% na digestibilidade total aparente da FSDN demonstram que o pH mais alto no intestino grosso pode ter contribuído para a degradação anaeróbica do material que escapou da degradação ruminal.

As digestões ruminal e intestinal dos açúcares foram influenciadas pelo efeito da razão AmAs:FSDN. O desdobramento do efeito de tratamentos em polinômios ortogonais demonstrou efeitos cúbico e quadrático significativos ($P < 0,01$). Como demonstrado anteriormente, o conteúdo de açúcar nos diferentes compartimentos não reflete necessariamente o açúcar consumido, mas pode ser um reflexo do desdobramento dos polissacarídeos no trato e, portanto, a inferência fica limitada.

O efeito da razão AmAs:FSDN sobre os parâmetros ruminais pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6 - Efeito do perfil de CSDN sobre os parâmetros ruminais

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
PH	$Y = 6,52 - 0,038^{**} x$	0,81	1,56
pH – hora	$Y = 7,58 + 2,30^{**} x$	0,44	62,97
AGV totais (mM)	$Y = 122,32 - 56,43x + 24x^2 - 2,80^* x^3$	1,00	12,36
Acetato (mol.100 mol ⁻¹)	$Y = 49,65$	--	14,06
Propionato (mol.100 mol ⁻¹)	$Y = 30,05$	--	19,37
Relação A:P	$Y = 1,84$	--	21,91
Butirato (mol.100 mol ⁻¹)	$Y = 23,15$	--	19,20
Amônia (mM)	$Y = 7,11$	--	20,31
kp (%.h ⁻¹)	$Y = 3,33$	--	40,58

A elevação na razão AmAs:FSDN reduziu o pH do meio de forma linear ($P<0,01$), enquanto o tempo em que o pH ficou abaixo de 6,2 (pH-hora) aumentou linearmente com a maior participação de amido nas dietas ($P<0,01$) (Figura 3).

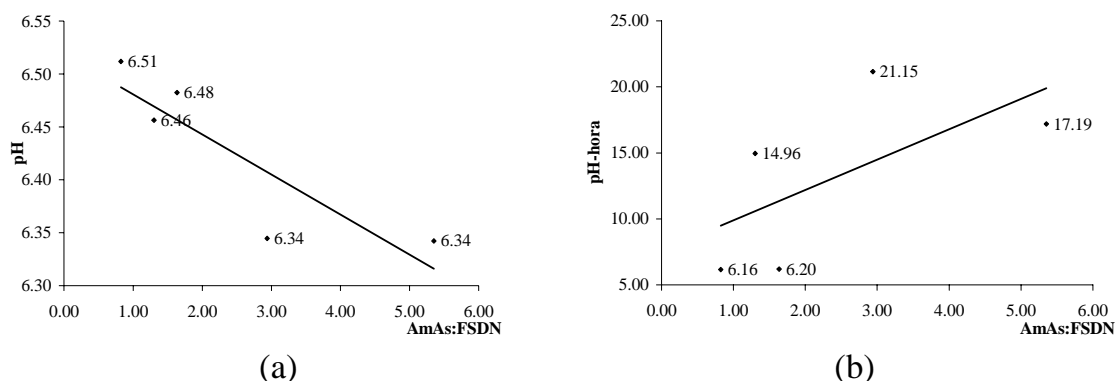


Figura 3 - Efeito da razão entre amido + açúcar solúvel em relação à FSDN sobre o pH ruminal (a) e o índice pH-hora (b).

A alteração na razão AmAs:FSDN influenciou a produção total de ácidos graxos de maneira cúbica ($P<0,05$), com pontos críticos de mínimo e máximo de 1,65 e 4,05, respectivamente. Entretanto, o perfil dos ácidos orgânicos, bem como a concentração de amônia no fluido ruminal e a taxa de passagem de sólidos (kp), não foi alterado em função do perfil do CSDN ($P>0,05$).

Os dados de digestão ruminal (Tabela 5) e resposta do pH ao perfil de CSDN confirmam o potencial da FSDN como carboidrato de alta taxa de fermentação, mas não contribui para a acidose láctica. Como o pH médio de nenhum dos tratamentos ficou abaixo de 6,2 (6,32 na dieta de razão 5,32), pode-se inferir que o pH foi adequado à fermentação, por não atingir níveis menores que 6,2, porém, nota-se, na Figura 3, com a estimativa do pH-hora, que no tratamento de maior consumo de amido o pH não só atingiu níveis menores que 6,2, mas permaneceu neste patamar

mais tempo que os outros tratamentos. Este resultado sugere que somente a observação da média do pH pode não ser adequada para inferir sobre o efeito desta variável sobre o ambiente ruminal.

A resposta de pH às dietas, no presente trabalho, está de acordo com o observado em ovinos alimentados com dietas contendo 0,84 e 3,82 de razão AmAs:FSDN, que mantiveram pH ruminal mais elevado nas dietas de maior participação de FSDN ($P < 0,05$) (Ben-Ghedalia et al., 1989). Strobel & Russel (1986) não detectaram lactato em cultura mista de bactérias ruminais com o substrato de pectina, mas, quando o amido ou sacarose foram utilizados, houve produção significativa de ácido láctico, especialmente quando o pH foi reduzido de 6,7 para 6,0 ($P < 0,05$). Estas diferenças, segundo os autores, refletem a seleção de microrganismos produtores de lactato ou a necessidade de dispor de equivalentes redutores que não foram oxidados pela produção de metano.

Estes resultados podem explicar a redução na digestibilidade aparente da MS e FDN observada em dois experimentos com cabras leiteiras, avaliando diferentes razões AmAs:FSDN em dietas à base de feno de capim-Tifton e em feno de alfafa (Bomfim, 2003).

Os trabalhos na literatura não têm mostrado dados conclusivos a respeito da alteração do perfil de CSDN sobre os ácidos graxos ruminais. As comparações com o presente trabalho são prejudicadas, porque nenhum trabalho tem utilizado dietas com alta proporção de concentrado com diferentes perfis de CSDN. A fermentação da pectina tem sido relacionada à elevação da concentração de ácido acético ruminal, enquanto amido e açúcares, geralmente, aumentam a proporção de ácido propiônico e butírico, sendo estes aspectos relacionados à alteração no percentual de gordura láctea (Belibasakis & Tsirgogianni, 1996). Entretanto, outros trabalhos não têm demonstrado efeito do perfil de CSDN sobre os ácidos orgânicos ou a gordura láctea (Leiva et al., 2000).

Embora não tenha havido efeito dos tratamentos sobre o perfil dos ácidos graxos voláteis, a relação acetato:propionato sugere que o efeito da alta proporção

de concentrado provavelmente se sobrepôs ao da alteração no perfil. Bomfim (2003) observou, em dietas com alta proporção de CSDN, teores de gordura no leite de cabras de 26,5 e 29,2 para dietas à base de feno de capim-Tifton e feno de alfafa respectivamente. Calderon et al. (1983) observaram que, quando a relação acetato:propionato aumentou de 1 para 2,2 em cabras leiteiras, houve elevação no teor de gordura do leite, mas não houve resposta, quando a relação foi superior a 2,2. Entretanto, Lu & Potchoiba (1987) demonstraram, também em cabras leiteiras, que a concentração de gordura do leite de 4,2 a 3,1 foi associada à razão acetato:propionato de 3,1 e 2,3, respectivamente. Portanto, parece claro que as dietas utilizadas neste trabalho conduzam à produção de leite com menor teor de gordura.

Apesar da redução na degradação da FDN no rúmen observada neste trabalho (Tabela 5), provavelmente a magnitude deste efeito ou o maior coeficiente de variação observado para esta variável não foi suficiente para alterar, de forma significativa, a taxa de passagem de sólidos, que é influenciada pelo aumento da densidade específica de partículas no rúmen, que, por sua vez, depende da taxa de digestão. Tem-se observado redução na taxa de passagem em dietas com alta proporção de concentrados, como resultado de redução no pH e maior tempo de residência da fração sólida da digesta ruminal (Feng et al., 1993).

As respostas no fluxo de nitrogênio e proteína bruta para o abomaso, além da eficiência de síntese microbiana em relação ao perfil de CSDN da dieta, estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Médias, equações de regressão (ER), coeficientes de determinação (R^2) e de variação (CV) do efeito do perfil de CSDN sobre fluxo de compostos nitrogenados para o abomaso e eficiência de síntese microbiana, em função da razão AmAs:FSDN

Variável	ER	R^2	CV (%)
FLPB (g.d^{-1}) ¹	$Y = 53,86 + 6,39^* x$	0,82	31,22
FLPBMic (g.d^{-1}) ²	$Y = 47,98 + 5,40^{**} x$	0,42	46,53
Eficiência de síntese			
$\text{g Nmic.kg}^{-1}\text{CTDR}^3$	$Y = 14,78 + 2,20^* x$	0,50	45,73
$\text{g Nmic.kg}^{-1}\text{MODR}^4$	$Y = 13,17 + 2,48^* x$	0,50	49,22

¹Fluxo de proteína bruta; ²Fluxo de proteína microbiana; ³Gramas de N microbiano por kg de carboidratos totais degradados no rúmen; ⁴Gramas de N microbiano por kg de matéria orgânica degradável no rúmen.

A alteração no perfil dos CSDN influenciou a eficiência de síntese microbiana em g de N/kgMODR e g de N/kgCTDR. A análise de variância demonstrou ter havido efeito linear positivo da razão AmAs:FSDN sobre esta varável ($P < 0,05$) (Figura 4).

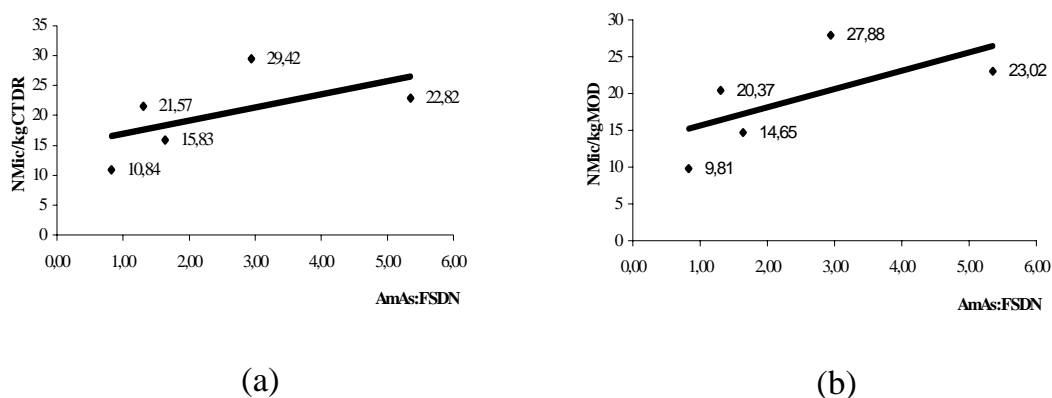


Figura 4 - Efeito da razão entre amido + açúcar solúvel em relação à FSDN (AmAs:FSDN) sobre a eficiência de síntese N microbiano por kg de CTDR (a) e MODR (b).

De maneira semelhante, o aumento na razão AmAs:FSDN também elevou o fluxo proteína bruta ($P < 0,05$), que, provavelmente, foi reflexo do maior fluxo de proteína bruta microbiana ($P < 0,01$) para o abomaso. Todas estas variáveis foram influenciadas de forma linear pela razão AmAs:FSDN.

Vieira (1991), trabalhando com cabras secas não gestantes e dietas com concentração de amido variando de 38 a 53%, observou eficiência de síntese microbiana ($\text{g Nmic.kgMODR}^{-1}$) de 11,65 a 16,35. Os valores mínimos obtidos neste trabalho estão próximos daqueles reportados por Vieira (1991) (Figura 4). O fluxo de proteína total e proteína microbiana no trabalho de Vieira (1991) foram de 67,84 e 43,40 g.d^{-1} , respectivamente, que estão dentro do intervalo observado de 59,07 a 87,89 g.d^{-1} , para fluxo de PB, mas abaixo do estimativa do fluxo de proteína microbiana (52,40 a 76,87 g.d^{-1}) do presente trabalho.

Os dados referente à eficiência de síntese microbiana e ao fluxo de proteína bruta confirmam as observações da literatura referentes ao efeito da razão AmAs:FSDN sobre o metabolismo da proteína. Tem-se verificado que dietas com menor razão AmAs:FSDN reduzem o percentual de proteína láctea e a quantidade de nitrogênio retido (Solomon et al., 2000). Leiva et al. (2000), estudando dietas em que a razão variou de 0,77 a 1,71, observaram maior concentração de proteína no leite ($P < 0,001$) nas dietas com maior participação do amido. Bomfim (2003) observou que o aumento na razão AmAs:FSDN reduziu a excreção urinária e aumentou a retenção de N, elevando também a concentração de proteína no leite.

A redução na conversão do N consumido em N no leite é indicativo de uso menos eficiente da proteína metabolizável para produção de leite nas dietas com maior proporção de FSDN. Tem-se sugerido que estas diferenças podem estar relacionadas à menor eficiência de crescimento microbiano em dietas com alta proporção de FSDN. Hall & Herejk (2001) demonstraram *in vitro* que a produção máxima de proteína precipitada em ácido tricloroacético (PBTCA), em cultura mista de bactérias ruminais, foi 13% superior, quando o substrato foi o amido em relação à pectina cítrica. Estes autores sugerem que estas diferenças podem estar relacionadas,

em parte, à composição molecular destes substratos. A proporção de carbonos disponíveis à produção de ATP, em relação ao peso molecular, no amido é de 0,40, enquanto na pectina é de 0,35, em função da metilação do carbono seis do ácido galacturônico, resultando em uma quantidade 13% superior para o amido, semelhantemente ao observado nos dados da PBTCA neste trabalho. Entretanto, aqueles autores sugerem que devem ser estudadas hipóteses para explicar estas diferenças na produção de proteína microbiana entre as diferentes fontes de CSDN.

Para o crescimento microbiano, Stern & Hoover (1979) sugerem que o principal fator afetando a utilização do nitrogênio dietético degradado no rúmen é o tipo e a taxa de disponibilidade dos carboidratos no rúmen.

Desde que mantidos outros parâmetros como suprimento de proteína degradável no rúmen e minerais, dentre outros, em patamares não limitantes, espera-se, em função das características cinéticas e perfil de fermentação da FSDN, que o crescimento microbiano obtenha máxima eficiência. No presente trabalho, a concentração de amônia ruminal foi mantida em patamares adequados e não diferiu entre os tratamentos (Tabela 6), o consumo de proteína não foi influenciado (Tabela 4) e foi utilizada a mesma fonte em todos tratamentos (Tabela 3). O consumo de CSDN também foi o mesmo para todos os tratamentos (Tabela 4) e o pH esteve mais adequado nas dietas de menor razão AmAs:FSDN (Figura 7). Contudo, o fluxo de proteína bruta ($P < 0,05$) e de proteína bruta microbiana ($P < 0,01$) aumentou de maneira linear, com o aumento na razão AmAs:FSDN. Por fim, a eficiência de síntese microbiana também se elevou com o aumento do amido em substituição à FSDN nas dietas ($P < 0,05$). Portanto, este efeito parece ser devido a diferenças na eficiência de utilização dos diferentes perfis de CSDN, conforme sugerido por Hall & Herejk (2001).

Grande número de fatores pode limitar taxas máximas de crescimento dos microrganismos. A síntese de proteína parece ser o fator mais importante. Diferentes substratos podem requerer diferentes rotas metabólicas (enzimas, proteínas transportadoras e outras) e considerável quantidade de aminoácidos pode ser

desviada das atividades de crescimento para este metabolismo específico. Esta fato foi demonstrado por Russel et al. (1979), ao observarem que o crescimento do *B. fibrisolvens* foi maior em maltose, celobiose e sacarose, quando comparado com glicose ou xilose. Acredita-se que a presença de certos substratos pode causar a ativação e síntese de certas enzimas que podem reduzir a produção de 5'-adenosina trifosfato por unidade de tempo.

No rúmen de cabras alpinas alimentadas com dietas de relação volumoso concentrado de 63:37, de um total de 44 cepas de bactérias isoladas, 70% das espécies foram classificadas como *Butyrivibrio fibrisolvens* (Dehority et al., 1977). Marounek & Dusková (1999) estudaram o metabolismo da pectina em bactérias *Butyrivibrio fibrisolvens* e observaram alta atividade da enzima 2-ceto-3-desoxi-6-fosfogluconato aldolase (KDPGA), quando a pectina era fermentada, porém, quando o substrato era glicose, não foi detectada atividade desta enzima no meio. Isto indica que a fermentação dos resíduos de pectina não é feita pela via das pentoses acoplada à via EMBDEN-MEYERHOF-PARNAS (EMP), como se acreditava, mas sim pela via ENTNER-DUODOROFF (ED).

Na via ED, o ácido galacturônico, convertido a ácido 6-fosfogluconico, não é transformado em ribulose-5-P, que, na seqüência, seguiria a via das pentose até frutose-6-P, mas é convertido a ácido 2-ceto-3-desoxi-6-fosfogluconato, que, por ação da enzima KDPGA, resultaria em uma molécula de piruvato e outra de gliceraldeído-3-P. O gliceraldeído é, então, convertido em piruvato no mesmo esquema da via EMP (Burrows, 1973).

Embora a via ED difira da EMP, ambas produzem dois moles de piruvato por mol de hexose, mas, uma vez que 1 ATP é gasto para fosforilar a hexose e 2 ATP são formados quando a hexose é convertida em piruvato, a produção líquida de ATP por mol de hexose é de 1 na via ED, em contraste à produção líquida de 2 ATP na via EMP (Burrows, 1973). Estas evidências são confirmadas por Russel (1988), quando afirma que o uso da via EMP é vantajosa aos microrganismos anaeróbios,

porque maximizam a produção de ATP. A representação esquemática das vias de fermentação é apresentada na Figura 5.

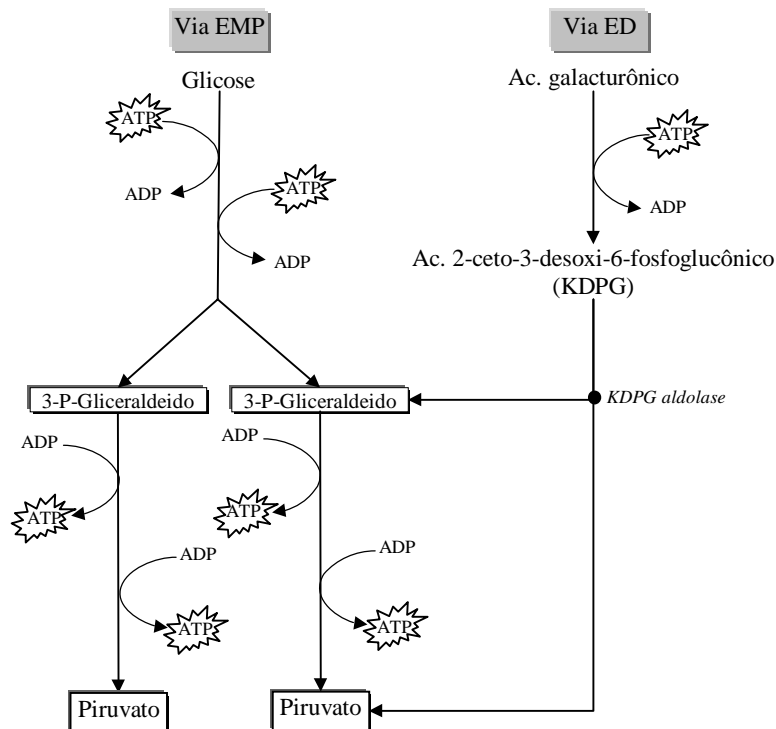


Figura 5 - Representação gráfica das vias EMBDEN-MEYERHOF-PARNAS (EMP) e ENTNER-DUODOROFF (ED), ambas utilizadas na fermentação de carboidratos por microrganismos anaeróbios.

Assim, na fermentação de um mol de glicose até ácido acético, há ganho líquido de 4 ATP (Russel, 1988), enquanto a fermentação de resíduos de pectina apenas 3, ou seja, 25% menos energia a partir de uma hexose, sem contar o custo energético da síntese de enzimas específicas como a KDPGA. A eficiência de síntese de proteína microbiana estimada em $\text{g.Nmic.kg}^{-1}\text{MODR}$ e $\text{g.Nmic.kg}^{-1}\text{CTDR}$, no presente trabalho, para o tratamento de maior razão AmAs:FSDN foi 42,4 e 37,0%, respectivamente, superior àquele de maior proporção de FSDN.

Estas evidências podem explicar parcialmente a redução na síntese de proteína láctea, observada nos trabalhos de Solomon et al. (2000) e Leiva et al. (2000), e a resposta em produção de leite ao suprimento de proteína de baixa degradabilidade em dietas com maior proporção de FSDN em relação ao amido, como observado por Mertens et al. (1994). Portanto, sugere-se que dietas com alta proporção de FSDN na forma de pectina podem limitar o suprimento de proteína metabolizável de origem microbiana para o abomaso e requerer suplementação dietética de fontes protéicas de baixa degradabilidade ruminal.

O efeito da razão AmAs:FSDN sobre a massa ruminal de matéria seca e nutrientes pode ser observado na Tabela 8.

Tabela 8 - Média, equações de regressão (ER), coeficientes de determinação e regressão (R^2) e variação (CV) do efeito do perfil de CSDN sobre a massa ruminal média dos animais

Variável	ER	R^2	CV (%)
MS (g)	$Y = 542,78$	--	21,46
PB (g)	$Y = 106,31$	--	23,39
CT (g)	$Y = 357,93$	--	22,86
FDN (g)	$Y = 325,00$	--	27,82
CSDN (g)	$Y = -14,13 + 40,41^* x^2 - 5,94x^3$	0,91	57,56
Amido (g)	$Y = 0,12 + 21,76x - 3,31^{**} x^2$	0,62	21,37
Açúcar (g)	$Y = -7,76 + 23,40x - 9,83x^2 + 1,09^{**} x^3$	0,93	23,68
FSDN (g)	$Y = 0,00$	--	--

Os tratamentos não influenciaram a massa ruminal média de MS, PB, CT e FDN ($P>0,05$).

A ausência de fibra solúvel no material ruminal confirma os relatos da literatura, que indicam alta taxa de fermentação da fibra solúvel em detergente neutro no rúmen, sendo considerado o carboidrato de mais alta taxa de disponibilização no ambiente ruminal (Van Soest et al., 1991). Os dados de açúcares são difíceis de comentar por causa da conversão dos polissacarídeos da dieta para a massa de açúcares no rúmen, portanto, apenas com a definição do tipo de monossacarídeo, poder-se-ia inferir sobre o efeito dos tratamentos nesta variável. Contudo, o conteúdo de açúcar no rúmen não ultrapassou 9 g.

A massa ruminal de amido (g) aumentou até atingir o ponto de máximo de 3,29 da razão AmAs:FSDN, reduzindo a partir deste ponto (Figura 6).

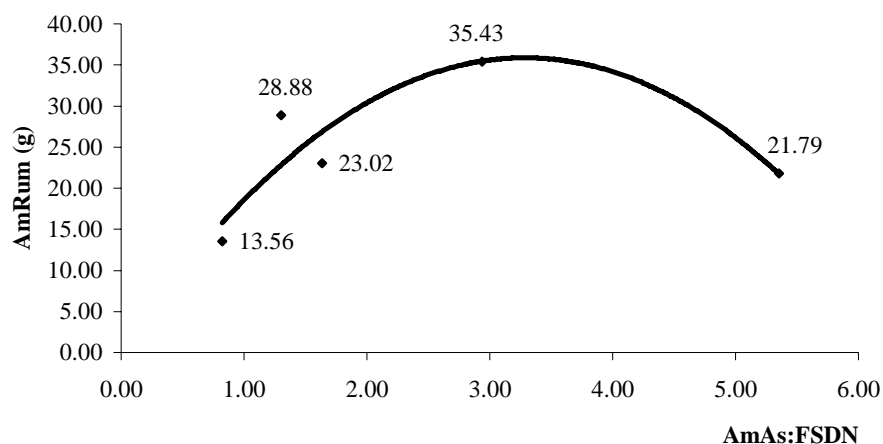


Figura 6 - Quantidade ruminal de amido (AmRum), em função da razão entre amido + açúcar solúvel em relação à fibra solúvel em detergente neutro (AmAs:FSDN).

A digestão ruminal do amido (Tabela 5) foi constante a partir do tratamento 1,63, portanto, o aumento no consumo de amido em função dos tratamentos (Tabela 3) não resultou em aumento proporcional na sua degradação ruminal, resultando em maior quantidade deste carboidrato no material ruminal até o nível de 3,29 da razão. A redução no amido ruminal a partir deste ponto não parece consistente com o observado para outras variáveis.

Conclusões

Dietas ricas em CSDN com maior participação de FSDN em relação ao amido ou açúcares reduzem a eficiência de síntese microbiana e o fluxo de proteína microbiana para o abomaso.

O aumento na proporção de amido e açúcares em relação à fibra solúvel em detergente neutro reduz o pH ruminal e aumenta o tempo em que esta variável fica abaixo de 6,2 ao longo do dia. Como consequência, reduz a digestão ruminal da fibra, mas aumenta a eficiência de síntese microbiana e o fluxo de nitrogênio microbiano para o abomaso.

Estes resultados sugerem que, em dietas de alta concentração de CSDN, deve-se dispensar atenção ao equilíbrio no perfil dos carboidratos, associando o efeito positivo da FSDN sobre a concentração de hidrogênio no meio à maior eficiência de crescimento microbiano a partir do amido e açúcar na dieta.

Literatura Citada

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington D.C.: 1990. 1141p.
- BELIBASAKIS, N.G.; TSIRGOGIANNI, D. Effects of dried citrus pulp on milk composition and blood components of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.60, p.87-92, 1996.
- MERTENS, D.R.; BRODERICK, G.A.; SIMONS, R. Efficacy of carbohydrate sources for improving utilization of N in silage. **Journal of Dairy Science**, v.77, suppl. 1, p.240, 1994.
- BEN-GHEDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J. et al. The effects of starch- and pectin- rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.24, 289-298, 1989.
- BOMFIM, M.A.D.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Efeito do perfil de carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas à base de alfafa no consumo de matéria seca e produção de leite em cabras alpinas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: TECHNOMEDIA, 2002a. CD ROM.
- BOMFIM, M.A.D.; RODRIGUES, M.T.; VIEIRA, R.A.M. et al. Efeito do perfil de carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas à base de Tifton 85 no consumo de matéria seca e produção leiteira de cabras alpinas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: TECHNOMEDIA, 2002b. CD ROM.
- BOMFIM, M.A.D. **Carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas de cabras leiteiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- BURROWS, W. **Textbook of microbiology**. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1973. 1035p.
- CALDERON, I.E.J.; DePETERS, N.E.; SMITH, N.E. et al. Composition of the goat's milk: change within milking and effect of a high concentrate diet. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.1905, 1983.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C. et al. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2480-2488, 1990.

- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-142, 1962.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- CORDEIRO, P.R.C. Opções de mercado do leite de cabra e derivados – Perspectivas para o desenvolvimento, industrialização e comercialização. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA CAPRINOCULTURA, 5., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: 1998. p.57-64.
- DANELÓN, J.L.; ALLOCATI, P.; WAWRZIEWICZ, M. et al. Performance of dairy goats to alfalfa silage based diets supplemented with different sources of carbohydrates. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2001. CD ROM.
- DEHORITY, B.A.; GRUBB, J.A. Characterization of the predominant bacteria occurring in the rumen of goat (*Capra hircus*). **Applied and Environmental Microbiology**, v.33, n.5, 1977.
- ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v.44, p.1768-1771, 1961.
- FAICHNEY, G.F. Digesta flow. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. London: CABI International, 1993. p.53-85.
- FENG, P.; HOOVER, W.H.; MILLER, T.K. et al. Interactions of fiber and nonstructural carbohydrates on lactation and ruminal function. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.5, 1993.
- HALL, M.B. Management strategies against ruminal acidosis. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 10., 1999, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: 1999. p.104-113.
- HALL, M.B.; HEREJK, C. Differences in yield of microbial crude protein from in vitro fermentation of carbohydrate. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2486-2493, 2001.
- HALL, M.B.; HOOVER, W.H.; JENNINGS, J.P. et al. A method for partitioning neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal Science Food and Agriculture**, v.79, n.15, p.2079-2086, 1999.
- HENRIQUE, W.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. et al. Substituição de amido por pectina em dietas com diferentes níveis de concentrado. 1. Desempenho animal e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1206-1211, 1998.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.2755-2766, 1986.

- KENNEDY, D.W.; BUNTING, L.D. Effect of starch on ruminal fermentation and detergent fiber digestion in lambs fed bermudagrass hay. **Animal Feed Science and Technology**, v.36, p.91-100, 1992.
- LEIVA, E.; HALL, M.B.; Van HORN, H.H. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrate. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.2866-2875, 2000.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J. Implications of forage particle length on chewing activities and milk production in dairy goat. **Journal of Dairy Science**, v.70, p.1411, 1987.
- MAROUNEK, M.; DUSKOVÁ, D. Metabolism of pectin bacteria *Butyrivibrio fibrisolvens* and *Prevotella ruminicola*. **Letters in Applied Microbiology**, v.29, p.429-433, 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- OWENS, F.N.; ZINN, R.A.; KI, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1634-1648, 1986.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI JR, P. **Manual prático de avaliação de alimentos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. 25p.
- RESENDE, K.T.; MEDEIROS, A.N.; PEREIRA FILHO, J.M. et al. Produção de leite de cabra em regime de pastejo. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA, 6., 2002, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: 2002. p.199-211.
- ROBINSON, P.H.; TAMMINGA, S.; Van VUUREN, A.M. Influence of declining level of feed intake and varying the proportion of starch in the concentrate on rumen ingesta quantity, composition and kinetics of ingesta turnover in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.17, p.37-62, 1987.
- 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, 1999.
- RUSSEL, J.B. Energy yielding and consuming reactions. In: HOBSON, P.N. (Ed.) **The rumen microbial ecosystem**. London: Elsevier Science Publishers, 1988. p.185-215.
- RUSSEL, J.B.; BALDWIN, R.L. Comparison of maintenance energy expenditures and growth yields among several rumen bacteria growth on continuous culture. **Applied and Environmental Microbiology**, v.37, n.3, p.537-543, 1979.
- RUSSEL, J.B.; BALDWIN, R.L. Substrate preference in rumen bacteria: evidence of catabolite regulatory mechanisms. **Applied and Environmental Microbiology**, v.36, n.2, p.319-329, 1978.

- RUSSEL, J.B.; DELFINO, F.J.; BALDWIN, R.L. Effects of combinations of substrates on maximum growth rates of several rumen bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, v.37, n.3, p.544-549, 1979.
- SANTINI, F.J.; LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J. et al. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion and passage in goats fed alfalfa hay. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.209-219, 1992.
- SHRIVER, B.J.; HOOVER, W.J.; SARGENT, J.P. et al. Fermentation of high concentrate diet as affected by ruminal and digesta flow. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.413-419, 1986.
- SOLOMON, R.; CHASE, L.E.; BEN-GHEDALIA, D. et al. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1322-1329, 2000.
- STERN, M.D.; HOOVER, W.H. Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis: a review. **Journal of Animal Science**, v.49, n.6, 1979.
- STROBEL, H.J.; RUSSEL, J.B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited culture of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.11, p.2941-2947, 1986.
- SUTOH, M.; OBARA, Y.; MIYAMOTO, S. The effect of sucrose supplementation on kinetics of nitrogen, ruminal propionate and plasma glucose in sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.126, p.99-105, 1996.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistemas de análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário).
- Van SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-129, 1967.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- ZINN, R.A.; OWENS, F.N. A rapid procedure for purine measurement and its use for estimating net ruminal protein synthesis. **Canadian Journal of Animal Science**, v.66, p.157-166, 1986.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VIEIRA, A.M.B. **Degradabilidade da proteína bruta da ração e digestão em cabras não-gestantes e não-lactantes e no terço final da gestação**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 96p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.

APÊNDICE

Apêndice A

Tabela 1A - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao peso vivo (PV), consumo de matéria seca em g/dia (CMS), em percentual do peso vivo (CMSPV) e em g/kg de peso metabólico (CPMET)

P	A	T	PV	CMSPV	CPMET	CMS
1	1748	1	38,05	4,28	106,27	1628,13
1	1668	2	37,33	2,87	71,04	1072,92
1	1652	3	52,03	2,43	65,17	1262,48
1	1595	4	47,43	2,14	56,23	1016,40
1	1765	5	40,87	5,07	128,15	2071,32
2	1765	1	40,47	4,56	114,92	1843,85
2	1748	2	44,20	4,20	108,39	1858,09
2	1668	3	47,50	5,01	131,49	2379,05
2	1652	4	55,08	2,97	81,04	1638,55
2	1595	5	52,13	4,09	109,88	2131,92
3	1652	1	57,68	2,70	74,40	1557,19
3	1595	2	53,88	2,89	78,21	1555,53
3	1765	3	41,62	4,13	104,96	1719,83
3	1748	4	44,33	3,49	89,98	1545,95
3	1668	5	49,63	4,90	130,12	2433,17
4	1668	1	49,22	4,74	125,43	2330,74
4	1652	2	60,95	2,93	81,88	1786,10
4	1595	3	57,80	3,80	104,65	2193,84
4	1765	4	38,72	3,74	93,35	1448,96
4	1748	5	45,92	3,32	86,55	1526,69
5	1595	1	58,55	3,46	95,69	2025,38
5	1765	2	41,35	4,50	114,16	1861,59
5	1748	3	45,18	4,10	106,34	1853,19
5	1668	4	47,87	4,62	121,43	2209,75
5	1652	5	63,15	3,07	86,51	1938,00

Tabela 2A - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos consumos, em g/dia, de proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), cinzas (CCZ) e e fibra em detergente neutro (CFDN)

P	A	T	CPB	CEE	CCZ	CFDN
1	1748	1	268,20	30,38	128,85	462,66
1	1668	2	180,82	20,37	80,05	312,77
1	1652	3	209,57	25,69	85,60	375,37
1	1595	4	191,62	21,46	52,46	328,05
1	1765	5	351,38	41,78	112,19	636,38
2	1765	1	307,99	34,29	144,21	522,43
2	1748	2	310,84	35,58	136,68	552,44
2	1668	3	394,05	48,00	166,35	704,46
2	1652	4	264,03	33,01	100,91	494,27
2	1595	5	365,78	43,10	118,27	658,38
3	1652	1	244,56	29,64	120,16	458,03
3	1595	2	267,18	29,81	115,15	459,47
3	1765	3	285,09	35,62	120,35	511,41
3	1748	4	255,99	31,63	94,82	461,39
3	1668	5	393,83	49,93	128,78	762,65
4	1668	1	396,41	43,78	181,59	677,74
4	1652	2	312,41	33,88	130,76	521,12
4	1595	3	383,28	43,82	160,17	628,35
4	1765	4	256,80	29,27	89,58	447,81
4	1748	5	274,95	32,46	82,48	479,57
5	1595	1	339,02	37,86	163,23	580,32
5	1765	2	311,66	35,54	139,76	547,39
5	1748	3	305,49	38,23	126,37	551,04
5	1668	4	364,46	44,32	136,38	680,42
5	1652	5	332,37	39,38	113,21	613,01

Tabela 3A - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo de fibra em detergente neutro em percentual do peso vivo (CFDNPV) e consumos de carboidrato solúvel em detergente neutro, (CCSDN), em g/dia, de amido (CAm) e açúcar solúvel (CAs), em g/dia

P	A	T	CFDNPV	CCSDN	CAm	CAs
1	1748	1	1,22	738,04	71,37	271,60
1	1668	2	0,84	478,91	89,56	131,89
1	1652	3	0,72	566,25	152,89	138,95
1	1595	4	0,69	422,81	190,44	87,24
1	1765	5	1,56	929,59	535,32	83,15
2	1765	1	1,29	834,93	81,30	305,06
2	1748	2	1,25	822,55	156,45	280,56
2	1668	3	1,48	1066,19	288,18	295,46
2	1652	4	0,90	746,34	308,54	135,09
2	1595	5	1,26	946,39	551,48	86,60
3	1652	1	0,79	704,80	65,86	299,48
3	1595	2	0,85	683,93	131,07	227,83
3	1765	3	1,23	767,36	208,17	213,10
3	1748	4	1,04	702,11	290,63	132,44
3	1668	5	1,54	1097,98	633,29	105,30
4	1668	1	1,38	1031,22	101,00	427,81
4	1652	2	0,85	787,93	148,97	251,81
4	1595	3	1,09	978,21	265,82	263,25
4	1765	4	1,16	625,50	272,76	117,77
4	1748	5	1,04	657,23	403,31	65,86
5	1595	1	0,99	904,95	88,51	353,17
5	1765	2	1,32	827,24	156,26	275,77
5	1748	3	1,22	832,06	224,34	231,15
5	1668	4	1,42	984,18	416,29	188,24
5	1652	5	0,97	840,02	502,37	78,26

Tabela 4A - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo, em g/dia, de fibra solúvel em detergente neutro (CFSDN) e digestibilidade em percentual da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB) e do extrato etéreo (DEE)

P	A	T	CFSDN	DMS	DPB	DEE
1	1748	1	382,83	81,53	80,09	81,83
1	1668	2	208,49	80,09	80,99	71,08
1	1652	3	233,22	75,16	78,57	70,83
1	1595	4	168,44	76,62	82,24	71,92
1	1765	5	206,60	73,03	74,21	74,19
2	1765	1	428,31	80,92	80,08	81,17
2	1748	2	419,33	77,98	76,73	68,29
2	1668	3	466,94	76,17	76,82	71,77
2	1652	4	251,59	74,56	76,21	67,97
2	1595	5	214,90	68,68	71,32	70,09
3	1652	1	420,73	77,53	77,63	78,33
3	1595	2	344,55	76,82	79,20	66,65
3	1765	3	343,96	74,81	76,48	70,93
3	1748	4	246,97	73,21	73,13	66,80
3	1668	5	259,81	72,59	72,60	74,22
4	1668	1	595,12	72,00	71,48	72,62
4	1652	2	378,56	76,44	77,67	65,76
4	1595	3	418,85	77,43	80,00	72,99
4	1765	4	221,48	70,98	74,22	63,57
4	1748	5	165,10	69,08	73,59	71,93
5	1595	1	493,69	78,10	78,39	78,49
5	1765	2	412,54	70,30	72,11	57,11
5	1748	3	370,92	75,38	75,06	71,48
5	1668	4	343,93	74,08	76,51	67,23
5	1652	5	194,86	74,35	78,28	75,63

Tabela 5A - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à digestibilidade em percentual das cinzas (DCZ), da fibra em detergente neutro (DFDN) e dos carboidratos solúveis em detergente neutro (DCSDN) e ao consumo de nitrogênio (CONS N), em g/dia

P	A	T	DCZ	DFDN	DCSDN	CONS N
1	1748	1	65,54	73,04	90,16	42,91
1	1668	2	62,67	68,29	90,75	28,93
1	1652	3	54,06	60,55	86,97	33,53
1	1595	4	42,67	64,10	88,24	30,66
1	1765	5	50,28	54,43	88,01	56,22
2	1765	1	62,07	72,07	90,02	49,28
2	1748	2	56,07	68,38	88,96	49,73
2	1668	3	56,93	60,49	89,49	63,05
2	1652	4	59,49	56,83	88,05	42,24
2	1595	5	35,41	58,29	78,98	58,52
3	1652	1	57,61	64,54	89,31	39,13
3	1595	2	51,07	65,49	88,28	42,75
3	1765	3	57,17	60,38	86,76	45,61
3	1748	4	57,92	56,19	86,78	40,96
3	1668	5	49,77	57,27	85,83	63,01
4	1668	1	49,57	58,29	85,12	63,43
4	1652	2	59,42	63,43	87,84	49,99
4	1595	3	61,47	63,37	88,27	61,33
4	1765	4	54,65	52,93	85,25	41,09
4	1748	5	53,65	49,44	83,31	43,99
5	1595	1	59,39	65,83	89,22	54,24
5	1765	2	48,38	53,88	84,75	49,87
5	1748	3	52,43	61,48	88,37	48,88
5	1668	4	58,80	58,55	86,34	58,31
5	1652	5	58,23	58,53	86,45	53,18

Tabela 6A - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores, em g/dia, referentes ao nitrogênio excretado nas fezes (N FEZES), na urina (N URINA), no leite (N LEITE) e nitrogênio retido (N RET)

P	A	T	N FEZES	N URINA	N LEITE	N RET
1	1748	1	8,55	12,11	12,48	9,77
1	1668	2	5,50	7,33	5,48	10,62
1	1652	3	7,18	5,07	6,57	14,72
1	1595	4	5,44	7,27	6,76	11,19
1	1765	5	14,50	15,07	14,33	12,33
2	1765	1	9,81	12,44	12,97	14,06
2	1748	2	11,57	10,34	12,36	15,46
2	1668	3	14,61	11,54	13,98	22,92
2	1652	4	10,05	7,76	7,99	16,44
2	1595	5	16,78	9,80	12,08	19,86
3	1652	1	8,75	15,48	7,64	7,26
3	1595	2	8,89	11,74	8,55	13,57
3	1765	3	10,73	9,32	11,39	14,18
3	1748	4	11,01	8,97	9,35	11,63
3	1668	5	17,26	5,91	15,76	24,08
4	1668	1	18,09	26,75	18,58	0,01
4	1652	2	11,16	21,96	7,82	9,04
4	1595	3	12,26	14,47	9,41	25,18
4	1765	4	10,59	6,21	11,36	12,92
4	1748	5	11,62	7,78	10,32	14,28
5	1595	1	11,72	22,66	7,62	12,24
5	1765	2	13,91	14,81	11,19	9,96
5	1748	3	12,19	11,68	10,95	14,06
5	1668	4	13,70	18,14	13,67	12,81
5	1652	5	11,55	7,99	6,05	27,60

Tabela 7A - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à produção de leite (PL), em g/dia, à eficiência de utilização da energia metabolizável para a produção de leite (KI) e ao percentual de proteína bruta (PB) e gordura (G) no leite

P	A	T	PL	KI	PB	G
1	1748	1	2663,00	0,30	2,93	3,39
1	1668	2	1421,00	0,22	2,41	2,79
1	1652	3	1420,00	0,22	2,89	3,62
1	1595	4	1689,00	0,31	2,50	4,52
1	1765	5	3245,00	0,31	2,76	3,57
2	1765	1	3255,00	0,30	2,49	2,79
2	1748	2	2749,00	0,25	2,81	2,36
2	1668	3	3224,00	0,24	2,71	3,10
2	1652	4	1759,00	0,20	2,84	2,69
2	1595	5	2534,00	0,25	2,98	3,37
3	1652	1	1748,00	0,21	2,73	2,63
3	1595	2	2023,00	0,24	2,64	2,74
3	1765	3	3108,00	0,33	2,29	2,81
3	1748	4	2301,00	0,27	2,54	2,34
3	1668	5	4071,00	0,30	2,42	2,35
4	1668	1	4118,00	0,35	2,82	2,49
4	1652	2	1778,00	0,19	2,75	2,90
4	1595	3	2288,00	0,19	2,57	2,97
4	1765	4	2690,00	0,36	2,64	2,61
4	1748	5	2472,00	0,31	2,61	2,51
5	1595	1	1511,00	0,16	3,15	3,43
5	1765	2	2700,00	0,30	2,59	2,91
5	1748	3	2418,00	0,24	2,83	2,33
5	1668	4	3260,00	0,28	2,62	2,45
5	1652	5	1135,00	0,14	3,33	3,45

Tabela 8A - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à concentração de lactose do leite (L) e ao tempo despendido com alimentação (ALIM), ruminação (RUMIN) e ócio (OCIO), em min/dia

P	A	T	LAC	ALIM	RUMIN	OCIO
1	1748	1	4,18	280,00	450,00	710,00
1	1668	2	4,60	290,00	190,00	960,00
1	1652	3	4,02	300,00	230,00	910,00
1	1595	4	4,51	300,00	290,00	850,00
1	1765	5	4,71	310,00	340,00	790,00
2	1765	1	4,35	300,00	330,00	810,00
2	1748	2	4,15	260,00	360,00	820,00
2	1668	3	4,54	340,00	310,00	790,00
2	1652	4	4,04	340,00	310,00	790,00
2	1595	5	4,14	370,00	390,00	680,00
3	1652	1	3,97	250,00	180,00	1010,00
3	1595	2	4,08	270,00	340,00	830,00
3	1765	3	4,03	250,00	400,00	790,00
3	1748	4	4,00	270,00	460,00	710,00
3	1668	5	4,34	340,00	470,00	630,00
4	1668	1	4,63	260,00	320,00	860,00
4	1652	2	4,02	260,00	230,00	950,00
4	1595	3	4,16	180,00	320,00	940,00
4	1765	4	4,42	300,00	220,00	920,00
4	1748	5	4,16	310,00	400,00	730,00
5	1595	1	4,15	200,00	310,00	930,00
5	1765	2	4,28	240,00	360,00	840,00
5	1748	3	4,15	290,00	500,00	650,00
5	1668	4	4,62	350,00	410,00	680,00
5	1652	5	4,09	420,00	280,00	740,00

Tabela 9A - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos consumos de energia líquida (ELC), em Mcal/dia, e de nutrientes digestíveis totais (NDTC), em g/dia

P	A	T	ELC	NDTC
1	1748	1	3,18	1266,28
1	1668	2	2,06	822,68
1	1652	3	2,30	919,65
1	1595	4	1,93	770,85
1	1765	5	3,71	1485,27
2	1765	1	3,58	1428,65
2	1748	2	3,49	1395,04
2	1668	3	4,37	1749,64
2	1652	4	2,95	1182,60
2	1595	5	3,61	1450,55
3	1652	1	2,90	1159,85
3	1595	2	2,89	1154,71
3	1765	3	3,10	1241,46
3	1748	4	2,73	1096,63
3	1668	5	4,33	1736,89
4	1668	1	4,03	1617,75
4	1652	2	3,27	1308,47
4	1595	3	4,08	1630,14
4	1765	4	2,48	996,88
4	1748	5	2,57	1032,19
5	1595	1	3,79	1512,68
5	1765	2	3,13	1260,07
5	1748	3	3,39	1356,24
5	1668	4	3,95	1584,67
5	1652	5	3,50	1402,78

Apêndice B

Tabela 1B - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao peso vivo (PV), consumo de matéria seca, em g/dia (CMS), percentual do peso vivo (CMSPV) e g/kg de peso metabólico (CPMET)

P	A	T	PV	CMS	CMSPV	CPMET
1	1778	1	36,10	1061,10	2,94	72,05
1	1714	2	40,62	1999,89	4,92	124,30
1	1574	3	58,38	2446,53	4,19	115,83
1	1756	4	41,50	1787,39	4,31	109,32
1	1644	5	48,03	2007,31	4,18	110,02
2	1756	1	43,73	1792,74	4,10	105,42
2	1644	2	43,40	984,43	2,27	58,22
2	1778	3	43,67	2367,07	5,42	139,35
2	1714	4	44,68	2236,79	5,01	129,42
2	1574	5	61,22	2539,65	4,15	116,04
3	1644	1	48,22	1571,57	3,26	85,89
3	1778	2	44,22	1957,41	4,43	114,15
3	1714	3	50,05	2349,32	4,69	124,85
3	1574	4	64,47	2420,24	3,75	106,38
3	1756	5	46,38	2156,00	4,65	121,30
4	1714	1	51,52	2041,95	3,96	106,19
4	1574	2	65,15	2326,14	3,57	101,44
4	1756	3	47,73	2150,46	4,51	118,42
4	1644	4	55,08	2330,98	4,23	115,29
4	1778	5	43,53	1811,19	4,16	106,87
5	1574	1	61,20	1923,87	3,14	87,92
5	1756	2	49,10	2423,02	4,93	130,63
5	1644	3	57,35	2388,19	4,16	114,60
5	1778	4	44,18	2000,47	4,53	116,73
5	1714	5	46,95	1911,64	4,07	106,58

Tabela 2B - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos consumos, em g/dia, de proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), cinzas (CCZ) e fibra em detergente neutro (CFDN)

P	A	T	CPB	CEE	CCZ	CFDN
1	1748	1	179,04	23,69	68,05	354,17
1	1668	2	352,15	40,46	115,73	557,77
1	1652	3	458,39	56,67	145,25	695,79
1	1595	4	337,77	42,09	88,37	534,08
1	1765	5	387,42	47,34	87,62	589,35
2	1765	1	317,88	40,49	117,57	592,67
2	1748	2	158,78	21,45	46,69	308,73
2	1668	3	451,20	55,36	138,67	658,48
2	1652	4	428,66	51,77	114,40	642,95
2	1595	5	486,55	59,70	110,42	764,21
3	1652	1	277,47	35,48	104,06	530,18
3	1595	2	349,21	41,57	106,86	602,83
3	1765	3	438,93	57,26	117,40	714,15
3	1748	4	486,87	57,71	122,96	593,89
3	1668	5	417,29	52,75	82,89	634,40
4	1668	1	357,52	46,25	136,47	661,89
4	1652	2	435,47	48,35	139,68	558,36
4	1595	3	399,61	50,41	117,13	676,50
4	1765	4	449,75	54,45	119,13	678,29
4	1748	5	351,41	43,68	73,52	548,95
5	1595	1	338,33	43,88	129,09	631,25
5	1765	2	441,66	49,59	132,10	641,73
5	1748	3	437,11	56,20	135,31	771,18
5	1668	4	375,69	46,22	94,46	629,23
5	1652	5	369,19	45,08	84,03	594,45

Tabela 3B - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo de fibra em detergente neutro, em percentual do peso vivo (CFDNPV), e consumos de carboidrato solúvel em detergente neutro, em g/dia (CCSDN), de amido (CAm) e açúcar solúvel (CAs), em g/dia

P	A	T	CFDNPV	CCSDN	CAm	CAs
1	1748	1	0,98	436,15	50,46	204,33
1	1668	2	1,37	933,78	153,92	322,65
1	1652	3	1,19	1090,44	393,79	309,42
1	1595	4	1,29	785,07	450,03	169,40
1	1765	5	1,23	895,57	615,04	98,76
2	1765	1	1,36	724,12	84,33	342,31
2	1748	2	0,71	448,78	76,45	168,10
2	1668	3	1,51	1063,37	384,18	296,32
2	1652	4	1,44	998,99	543,21	209,40
2	1595	5	1,25	1118,77	608,90	125,25
3	1652	1	1,10	624,37	73,95	300,16
3	1595	2	1,36	856,93	151,52	327,75
3	1765	3	1,43	1021,59	395,23	280,74
3	1748	4	0,92	1158,81	625,12	231,43
3	1668	5	1,37	968,66	582,02	103,19
4	1668	1	1,28	839,82	95,81	389,13
4	1652	2	0,86	1144,28	179,60	383,11
4	1595	3	1,42	906,82	349,75	268,50
4	1765	4	1,23	1029,37	576,97	219,63
4	1748	5	1,26	793,63	603,12	87,65
5	1595	1	1,03	781,31	89,67	364,77
5	1765	2	1,31	1157,94	186,74	394,40
5	1748	3	1,34	988,38	389,72	296,94
5	1668	4	1,42	854,87	484,00	187,04
5	1652	5	1,27	818,90	585,54	94,07

Tabela 4B - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo, em g/dia, de fibra solúvel em detergente neutro (CFSDN) e digestibilidade em percentual da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB) e do extrato etéreo (DEE)

P	A	T	CFSDN	DMS	DPB	DEE
1	1748	1	190,16	81,20	83,31	81,42
1	1668	2	263,18	80,29	83,07	86,86
1	1652	3	324,93	82,13	84,11	92,24
1	1595	4	158,48	75,57	78,84	84,26
1	1765	5	73,44	73,13	79,30	78,80
2	1765	1	319,40	77,93	81,19	78,44
2	1748	2	114,26	78,46	80,98	86,66
2	1668	3	321,22	77,36	80,30	90,26
2	1652	4	187,37	71,31	77,69	81,19
2	1595	5	92,17	73,99	79,76	79,41
3	1652	1	280,04	78,08	81,95	78,58
3	1595	2	237,91	77,56	79,37	85,74
3	1765	3	348,82	77,58	80,43	90,75
3	1748	4	223,25	76,68	81,85	85,16
3	1668	5	86,08	71,59	77,55	78,39
4	1668	1	363,30	75,46	76,56	76,09
4	1652	2	293,24	79,89	82,76	86,94
4	1595	3	293,39	75,86	78,80	89,64
4	1765	4	201,23	79,80	85,04	86,87
4	1748	5	69,90	74,85	80,92	80,59
5	1595	1	341,09	80,37	83,57	81,01
5	1765	2	313,13	77,34	79,60	85,06
5	1748	3	328,64	71,71	72,58	87,91
5	1668	4	166,57	76,13	79,72	84,32
5	1652	5	69,90	72,37	79,71	78,19

Tabela 5B - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à digestibilidade em percentual das cinzas (DCZ), da fibra em detergente neutro (DFDN) e dos carboidratos solúveis em detergente neutro (DCSDN) e ao consumo de nitrogênio (CONS N), em g/dia

P	A	T	DCZ	DFDN	DCSDN	CONS N
1	1748	1	55,52	71,48	92,22	28,65
1	1668	2	60,46	63,89	91,22	56,34
1	1652	3	65,16	70,95	90,17	73,34
1	1595	4	44,72	59,17	88,33	54,04
1	1765	5	24,78	50,80	89,59	61,99
2	1765	1	51,39	68,64	88,38	50,86
2	1748	2	48,67	64,54	89,85	25,40
2	1668	3	55,40	62,65	87,42	72,19
2	1652	4	26,38	53,52	84,65	68,59
2	1595	5	34,62	60,77	84,12	77,85
3	1652	1	57,83	69,77	86,75	44,40
3	1595	2	51,93	62,63	90,13	55,87
3	1765	3	43,77	64,29	88,80	70,23
3	1748	4	51,91	55,74	87,45	77,90
3	1668	5	24,49	61,31	79,40	66,77
4	1668	1	54,50	64,45	87,03	57,20
4	1652	2	54,45	66,71	88,03	69,68
4	1595	3	50,13	65,42	84,92	63,94
4	1765	4	60,11	65,80	88,63	71,96
4	1748	5	38,98	58,53	86,45	56,23
5	1595	1	65,32	70,09	89,73	54,13
5	1765	2	44,85	60,06	89,44	70,67
5	1748	3	51,75	55,16	86,05	69,94
5	1668	4	54,90	62,86	86,21	60,11
5	1652	5	29,97	52,65	87,40	59,07

Tabela 6B - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores, em g/dia, referentes ao nitrogênio excretado nas fezes (N FEZES), na urina (N URINA), no leite (N LEITE) e nitrogênio retido (N RET)

P	A	T	N FEZES	N URINA	N LEITE	N RET
1	1748	1	4,78	6,13	6,59	11,14
1	1668	2	9,54	5,85	13,10	27,85
1	1652	3	11,65	10,03	17,36	34,30
1	1595	4	11,44	8,40	12,20	22,00
1	1765	5	12,83	13,51	16,64	19,01
2	1765	1	9,57	4,61	11,97	24,72
2	1748	2	4,83	2,61	7,15	10,81
2	1668	3	14,22	14,47	12,09	31,41
2	1652	4	15,30	8,51	16,92	27,85
2	1595	5	15,76	14,89	18,60	28,60
3	1652	1	8,02	2,73	7,78	25,87
3	1595	2	11,52	8,58	10,63	25,14
3	1765	3	13,74	10,98	16,23	29,28
3	1748	4	14,14	12,65	18,18	32,93
3	1668	5	14,99	13,85	13,79	24,14
4	1668	1	13,41	6,06	12,76	24,97
4	1652	2	12,01	8,58	19,60	29,48
4	1595	3	13,55	10,02	15,23	25,13
4	1765	4	10,77	9,23	15,21	36,75
4	1748	5	10,73	13,77	13,43	18,30
5	1595	1	8,90	6,56	14,08	24,59
5	1765	2	14,41	8,32	15,18	32,75
5	1748	3	19,18	9,74	17,37	23,65
5	1668	4	12,19	7,23	11,85	28,84
5	1652	5	11,98	13,46	13,81	19,81

Tabela 7B - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à produção de leite (PL), em g/dia, eficiência de utilização da energia metabolizável para produção de leite (Kl), percentual de proteína bruta (PB) e gordura (G) no leite

P	A	T	PL	Kl	PB	G
1	1748	1	1767,00	0,26	2,33	2,36
1	1668	2	2893,00	0,25	2,83	3,55
1	1652	3	4172,00	0,25	2,60	2,60
1	1595	4	2705,00	0,27	2,82	3,57
1	1765	5	3767,00	0,31	2,76	2,94
2	1765	1	2570,00	0,26	2,91	2,76
2	1748	2	1870,00	0,29	2,39	2,50
2	1668	3	2872,00	0,20	2,63	2,28
2	1652	4	3698,00	0,33	2,86	3,03
2	1595	5	4338,00	0,31	2,68	2,66
3	1652	1	1954,00	0,22	2,49	2,84
3	1595	2	2658,00	0,23	2,50	2,23
3	1765	3	3798,00	0,27	2,67	2,52
3	1748	4	4457,00	0,29	2,55	1,97
3	1668	5	3013,00	0,26	2,86	2,58
4	1668	1	2988,00	0,27	2,67	2,79
4	1652	2	4504,00	0,31	2,72	2,28
4	1595	3	3283,00	0,27	2,90	2,43
4	1765	4	3371,00	0,23	2,82	2,38
4	1748	5	2708,00	0,29	3,10	2,86
5	1595	1	3078,00	0,29	2,86	2,87
5	1765	2	3142,00	0,23	3,02	2,57
5	1748	3	3730,00	0,30	2,91	2,57
5	1668	4	2486,00	0,25	2,98	2,82
5	1652	5	3051,00	0,28	2,83	2,31

Tabela 8B - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à concentração de lactose do leite (L) e tempo despendido com alimentação (ALIM), ruminção (RUMIN) e ócio (OCIO), em min/dia

P	A	T	L	ALIM	RUMIN	OCIO
1	1748	1	4,61	360,00	270,00	810,00
1	1668	2	4,34	350,00	380,00	710,00
1	1652	3	4,13	290,00	430,00	720,00
1	1595	4	4,41	370,00	470,00	600,00
1	1765	5	4,06	280,00	300,00	860,00
2	1765	1	4,11	420,00	350,00	670,00
2	1748	2	3,89	370,00	230,00	840,00
2	1668	3	4,43	400,00	420,00	620,00
2	1652	4	4,20	300,00	490,00	650,00
2	1595	5	4,52	270,00	470,00	700,00
3	1652	1	3,84	400,00	320,00	720,00
3	1595	2	4,24	420,00	470,00	550,00
3	1765	3	4,17	280,00	430,00	730,00
3	1748	4	4,28	200,00	340,00	900,00
3	1668	5	4,14	360,00	490,00	590,00
4	1668	1	4,42	330,00	510,00	600,00
4	1652	2	4,47	270,00	240,00	930,00
4	1595	3	4,37	330,00	290,00	820,00
4	1765	4	3,95	290,00	350,00	800,00
4	1748	5	4,63	370,00	470,00	600,00
5	1595	1	4,40	330,00	410,00	700,00
5	1765	2	4,15	310,00	340,00	790,00
5	1748	3	4,01	330,00	400,00	710,00
5	1668	4	4,65	340,00	430,00	670,00
5	1652	5	4,12	230,00	490,00	720,00

Tabela 9B - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes aos consumos de energia líquida (ELC), em Mcal/dia, e de nutrientes digestíveis totais (NDTC), em g/dia

P	A	T	ELCONS	NDTC
1	1748	1	2,12	843,57
1	1668	2	3,95	1571,84
1	1652	3	4,95	1968,31
1	1595	4	3,37	1347,60
1	1765	5	3,71	1484,50
2	1765	1	3,43	1369,21
2	1748	2	1,93	768,68
2	1668	3	4,52	1805,63
2	1652	4	4,01	1607,94
2	1595	5	4,73	1889,55
3	1652	1	2,99	1195,42
3	1595	2	3,76	1499,25
3	1765	3	4,58	1824,59
3	1748	4	4,62	1842,45
3	1668	5	3,91	1565,49
4	1668	1	3,76	1502,51
4	1652	2	4,58	1825,34
4	1595	3	4,05	1619,02
4	1765	4	4,61	1836,90
4	1748	5	3,41	1363,05
5	1595	1	3,76	1498,29
5	1765	2	4,66	1858,06
5	1748	3	4,22	1693,22
5	1668	4	3,78	1510,95
5	1652	5	3,48	1394,40

Apêndice C

Tabela 1C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao peso vivo (PV), em kg, peso metabólico (PMET), em g, e consumo de matéria, seca, em g/dia (CMS) e em percentual o peso vivo (CMSPV)

P	A	T	PV	PMET	CMS	CMSPV
1	1724	1	45,63	17,56	604,07	1,32
1	1686	2	52,30	19,45	985,41	1,88
1	1758	3	62,05	22,11	931,97	1,50
1	1759	4	46,10	17,69	717,35	1,56
1	1601	5	56,73	20,67	529,66	0,93
2	1601	1	55,09	20,22	710,87	1,29
2	1724	2	46,71	17,87	686,58	1,47
2	1686	3	54,89	20,17	1202,71	2,19
2	1758	4	61,94	22,08	775,37	1,25
2	1759	5	45,81	17,61	718,93	1,57
3	1758	1	61,81	22,04	959,04	1,55
3	1759	2	47,25	18,02	692,63	1,47
3	1601	3	52,42	19,48	599,03	1,14
3	1724	4	49,28	18,60	961,73	1,95
3	1686	5	54,16	19,96	950,51	1,76
4	1686	1	54,85	20,15	905,16	1,65
4	1758	2	63,14	22,40	1229,91	1,95
4	1759	3	45,60	17,55	478,88	1,05
4	1601	4	51,61	19,26	832,15	1,61
4	1724	5	50,15	18,85	984,40	1,96
5	1759	1	44,72	17,29	506,88	1,13
5	1601	2	52,97	19,63	796,14	1,50
5	1724	3	51,17	19,13	1016,07	1,99
5	1686	4	56,70	20,66	1121,52	1,98
5	1758	5	58,10	21,04	803,54	1,38

Tabela 2C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo de matéria seca, em g/kg de peso metabólico (CPMET), e consumos, em g/dia, de proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE) e cinzas (CCZ)

P	A	T	CPMET	CPB	CEE	CCZ
1	1724	1	34,41	78,97	13,94	39,56
1	1686	2	50,67	127,61	20,51	63,82
1	1758	3	42,15	111,32	18,85	53,26
1	1759	4	40,55	91,67	13,64	36,52
1	1601	5	25,62	58,05	9,32	19,58
2	1601	1	35,16	90,14	16,00	50,63
2	1724	2	38,43	91,90	14,81	42,94
2	1686	3	59,64	151,54	23,62	72,92
2	1758	4	35,12	100,26	14,43	40,46
2	1759	5	40,83	95,79	12,23	27,38
3	1758	1	43,51	118,61	21,46	67,40
3	1759	2	38,43	81,66	15,08	43,70
3	1601	3	30,75	67,27	12,32	35,16
3	1724	4	51,71	118,71	17,91	48,40
3	1686	5	47,61	115,52	16,07	39,10
4	1686	1	44,91	112,80	20,95	64,73
4	1758	2	54,91	155,16	25,45	79,05
4	1759	3	27,29	54,65	10,55	24,98
4	1601	4	43,22	98,90	15,64	44,23
4	1724	5	52,24	105,70	17,11	31,91
5	1759	1	29,31	53,37	11,99	34,56
5	1601	2	40,55	96,28	16,69	51,13
5	1724	3	53,11	128,08	19,92	57,52
5	1686	4	54,28	136,36	21,56	53,42
5	1758	5	38,18	88,95	14,16	23,72

Tabela 3C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo de fibra em detergente neutro, em g/dia (CFDN) e em percentual do peso vivo (CFDNPV), e consumo, em g/dia, de carboidratos solúveis em detergente neutro (CCSDN) e amido (CAm)

P	A	T	CFDN	CFDNPV	CCSDN	CAm
1	1724	1	257,52	0,56	214,08	19,47
1	1686	2	404,21	0,77	369,25	104,82
1	1758	3	377,47	0,61	371,06	143,69
1	1759	4	285,53	0,62	289,99	164,78
1	1601	5	265,26	0,47	177,45	147,79
2	1601	1	298,38	0,54	255,71	26,03
2	1724	2	307,86	0,66	229,05	69,42
2	1686	3	497,81	0,91	456,83	188,87
2	1758	4	319,65	0,52	300,58	171,66
2	1759	5	306,74	0,67	276,79	198,11
3	1758	1	379,95	0,61	371,63	36,14
3	1759	2	267,88	0,57	284,30	69,08
3	1601	3	274,68	0,52	209,60	91,37
3	1724	4	445,72	0,90	331,00	213,24
3	1686	5	418,50	0,77	361,32	261,37
4	1686	1	341,37	0,62	365,31	28,74
4	1758	2	482,37	0,76	487,87	131,86
4	1759	3	178,37	0,39	210,32	69,67
4	1601	4	397,47	0,77	275,91	187,49
4	1724	5	461,03	0,92	368,65	273,38
5	1759	1	209,51	0,47	197,45	14,08
5	1601	2	330,25	0,62	301,79	83,87
5	1724	3	459,12	0,90	351,43	159,69
5	1686	4	500,64	0,88	409,54	262,28
5	1758	5	326,47	0,56	350,23	224,31

Tabela 4C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo, em g/dia, de açúcar (CAC) e fibra solúvel em detergente neutro (CFSDN) e digestibilidade em percentual de matéria seca (DMS) e proteína bruta (DPB)

P	A	T	CAC	CFSDN	DMS	DPB
1	1724	1	93,16	139,74	72,32	70,30
1	1686	2	113,78	156,39	74,53	73,02
1	1758	3	77,22	129,79	84,75	82,59
1	1759	4	39,44	71,43	78,10	78,77
1	1601	5	13,53	32,76	71,73	71,27
2	1601	1	106,99	148,54	70,74	67,79
2	1724	2	81,38	125,20	78,41	77,48
2	1686	3	99,94	147,44	73,60	76,62
2	1758	4	43,06	69,92	77,66	77,41
2	1759	5	18,94	37,00	75,21	77,44
3	1758	1	143,47	195,18	83,29	80,05
3	1759	2	82,65	130,63	74,53	70,20
3	1601	3	49,56	89,19	69,95	62,89
3	1724	4	53,39	87,08	71,27	67,71
3	1686	5	25,17	47,27	76,93	73,22
4	1686	1	139,96	211,56	70,30	67,21
4	1758	2	141,41	190,54	82,58	79,19
4	1759	3	39,34	91,01	81,89	75,24
4	1601	4	45,99	78,72	77,18	76,41
4	1724	5	25,45	57,00	71,60	66,72
5	1759	1	80,09	128,74	81,75	71,89
5	1601	2	92,40	130,01	77,98	74,66
5	1724	3	84,44	123,78	73,83	67,34
5	1686	4	61,34	116,95	73,32	62,64
5	1758	5	20,51	50,01	86,46	82,37

Tabela 5C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à digestibilidade em percentual de extrato etéreo (DEE), cinzas (DCZ), fibra em detergente neutro (DFDN) e carboidratos solúveis em detergente neutro (DCSDN)

P	A	T	DEE	DCZ	DFDN	DCSDN
1	1724	1	86,17	57,39	53,71	97,29
1	1686	2	77,41	57,94	57,58	96,32
1	1758	3	83,87	73,75	75,29	96,66
1	1759	4	79,71	49,00	61,21	98,11
1	1601	5	72,23	29,15	59,80	94,38
2	1601	1	85,02	44,86	53,28	96,39
2	1724	2	81,53	59,06	68,13	96,03
2	1686	3	71,22	62,55	55,95	93,73
2	1758	4	78,84	55,08	65,52	93,64
2	1759	5	74,80	24,79	59,31	97,07
3	1758	1	91,39	65,99	73,35	97,16
3	1759	2	78,40	60,74	56,30	94,86
3	1601	3	68,73	44,04	57,08	93,50
3	1724	4	72,81	53,33	56,65	94,77
3	1686	5	76,41	43,10	64,93	95,70
4	1686	1	85,21	50,21	48,97	93,90
4	1758	2	84,46	62,37	72,69	96,62
4	1759	3	82,40	57,83	69,59	96,88
4	1601	4	78,61	50,47	67,83	95,13
4	1724	5	71,74	24,74	57,83	94,26
5	1759	1	91,11	46,92	70,61	100,00
5	1601	2	80,61	57,31	65,74	95,79
5	1724	3	71,43	54,49	59,83	97,79
5	1686	4	75,54	43,70	61,16	95,49
5	1758	5	86,72	37,92	79,26	97,87

Tabela 6C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à digestibilidade, em percentual, de amido (DAm), açúcar (DAC) e fibra solúvel em detergente neutro (DFSDN) e à quantidade, em g/dia, de matéria orgânica degradada no rúmen (MODR)

P	A	T	DAm	DAC	DFSDN	MODR
1	1724	1	87,29	97,77	99,67	421,06
1	1686	2	96,36	97,60	100,00	585,19
1	1758	3	99,45	97,79	98,40	516,26
1	1759	4	99,49	95,74	96,33	386,43
1	1601	5	98,28	89,05	100,00	228,72
2	1601	1	88,17	97,59	99,61	493,96
2	1724	2	96,75	98,01	100,00	432,13
2	1686	3	99,06	96,19	96,86	770,77
2	1758	4	99,46	95,70	95,87	481,78
2	1759	5	98,47	90,69	100,00	411,52
3	1758	1	93,44	98,62	99,77	725,48
3	1759	2	96,12	97,67	100,00	376,78
3	1601	3	98,90	95,64	97,06	398,16
3	1724	4	99,30	94,46	94,71	551,16
3	1686	5	98,57	91,38	100,00	625,95
4	1686	1	86,16	97,62	99,65	607,80
4	1758	2	97,53	98,35	100,00	953,66
4	1759	3	99,30	97,35	98,61	339,75
4	1601	4	99,45	95,58	95,98	530,11
4	1724	5	98,26	89,12	100,00	498,83
5	1759	1	90,28	98,57	99,80	378,10
5	1601	2	96,82	97,93	100,00	579,59
5	1724	3	99,07	96,22	96,87	722,73
5	1686	4	99,38	94,78	95,73	688,16
5	1758	5	99,30	94,75	100,00	470,07

Tabela 7C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à quantidade, em g/dia, de carboidratos degradados no rúmen e digestibilidade ruminal, em percentual do total digerido, matéria seca (DRMS), proteína bruta (DPB) e fibra em detergente neutro (DRFDN)

P	A	T	CHODR	DRMS	DRPB	DRFDN
1	1724	1	377,27	94,37	67,21	68,23
1	1686	2	552,65	77,60	30,24	61,37
1	1758	3	509,01	59,94	7,43	59,39
1	1759	4	377,66	61,80	15,39	50,59
1	1601	5	235,05	50,56	-1,94	49,03
2	1601	1	448,29	98,65	62,24	75,55
2	1724	2	406,26	78,07	30,05	67,38
2	1686	3	706,06	87,05	50,36	64,17
2	1758	4	437,23	77,06	56,09	62,87
2	1759	5	387,75	66,17	36,99	54,67
3	1758	1	630,99	95,04	85,11	71,79
3	1759	2	370,05	64,98	9,66	52,32
3	1601	3	367,21	90,67	64,87	63,12
3	1724	4	519,83	77,38	39,82	55,91
3	1686	5	579,84	82,53	53,56	67,84
4	1686	1	546,20	97,11	68,36	65,00
4	1758	2	839,50	97,60	79,74	78,65
4	1759	3	315,85	82,82	47,50	67,62
4	1601	4	497,91	80,15	39,99	67,31
4	1724	5	513,84	61,89	-11,34	49,23
5	1759	1	351,65	89,17	51,61	78,71
5	1601	2	522,94	94,40	66,95	74,49
5	1724	3	652,57	97,45	71,53	73,31
5	1686	4	656,20	80,39	35,41	64,46
5	1758	5	489,48	58,92	-22,15	64,66

Tabela 8C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à digestibilidade ruminal, em percentual do total digerido, dos carboidratos solúveis em detergente neutro (DRCS DN), do amido (DA m), do açúcar solúvel (DRAC) e da fibra solúvel em detergente neutro (DRFSDN)

P	A	T	DRCS DN	DA m	DRAC	DRFSDN
1	1724	1	96,78	72,57	99,05	99,53
1	1686	2	85,64	83,13	97,49	96,65
1	1758	3	79,41	85,09	96,67	93,98
1	1759	4	81,96	87,59	96,98	78,82
1	1601	5	62,69	88,76	79,81	47,43
2	1601	1	90,41	78,60	99,32	99,54
2	1724	2	90,39	83,45	97,59	97,32
2	1686	3	90,29	89,82	99,83	96,80
2	1758	4	83,94	90,14	98,75	82,79
2	1759	5	81,91	91,20	85,88	50,21
3	1758	1	99,20	85,00	99,24	99,63
3	1759	2	85,24	77,03	96,50	96,55
3	1601	3	98,91	89,43	100,30	97,65
3	1724	4	86,27	89,07	99,36	81,36
3	1686	5	85,58	93,92	91,94	62,56
4	1686	1	94,55	72,92	99,22	99,56
4	1758	2	97,61	93,22	99,40	98,42
4	1759	3	95,82	89,97	99,02	97,75
4	1601	4	87,77	90,83	99,14	84,73
4	1724	5	82,56	90,36	84,17	50,94
5	1759	1	94,58	70,56	98,79	99,58
5	1601	2	95,79	90,30	99,02	97,96
5	1724	3	91,95	92,26	100,70	98,17
5	1686	4	85,27	90,53	99,49	85,40
5	1758	5	81,22	90,81	82,01	59,79

Tabela 9C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à massa ruminal média, em g, de matéria seca (MSR), proteína bruta (PBR), extrato etéreo (EER) e cinzas (CZR)

P	A	T	MSR	PBR	EER	CZR
1	1724	1	312,86	55,39	8,60	42,06
1	1686	2	679,64	130,85	19,11	61,19
1	1758	3	651,60	126,25	16,97	69,54
1	1759	4	434,42	85,83	12,07	48,60
1	1601	5	396,00	71,88	11,08	60,53
2	1601	1	435,69	80,57	11,98	69,36
2	1724	2	464,67	96,02	13,07	61,51
2	1686	3	675,62	140,26	17,60	67,20
2	1758	4	527,17	80,31	14,65	75,99
2	1759	5	507,78	99,87	14,21	57,10
3	1758	1	623,24	139,37	17,13	101,43
3	1759	2	330,07	72,56	9,28	44,43
3	1601	3	491,83	101,37	12,81	69,58
3	1724	4	697,94	132,40	19,40	62,66
3	1686	5	790,09	151,59	22,10	75,65
4	1686	1	524,87	95,32	14,43	62,90
4	1758	2	671,84	128,20	18,89	84,22
4	1759	3	416,42	79,43	10,85	53,15
4	1601	4	613,09	109,13	17,04	71,51
4	1724	5	708,46	110,84	19,82	59,87
5	1759	1	348,16	87,44	9,57	52,90
5	1601	2	603,80	139,02	16,98	72,06
5	1724	3	635,44	128,78	16,55	64,30
5	1686	4	593,49	107,69	16,49	58,93
5	1758	5	435,38	107,32	12,18	43,96

Tabela 10C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à massa ruminal média, em g, de fibra em detergente neutro (FDNR), carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDNR), amido (AmR) e açúcares solúveis (ACR)

P	A	T	FDNR	CSDNR	AmR	ACR
1	1724	1	191,49	15,32	9,45	3,75
1	1686	2	422,95	45,54	35,68	10,81
1	1758	3	385,41	53,43	26,13	9,97
1	1759	4	268,14	19,78	26,85	2,95
1	1601	5	223,51	28,99	15,21	2,46
2	1601	1	265,95	7,83	13,16	5,23
2	1724	2	265,59	28,48	24,40	7,39
2	1686	3	443,65	6,91	27,09	10,34
2	1758	4	274,44	81,78	32,58	3,58
2	1759	5	335,32	1,29	19,50	3,15
3	1758	1	366,06	-0,76	18,82	7,48
3	1759	2	165,11	38,69	17,33	5,25
3	1601	3	260,83	47,24	19,72	7,53
3	1724	4	414,85	68,64	43,13	4,75
3	1686	5	508,91	31,83	30,34	4,90
4	1686	1	343,20	9,01	15,85	6,30
4	1758	2	392,39	48,14	35,27	10,68
4	1759	3	241,44	31,56	16,70	6,37
4	1601	4	374,99	40,42	37,89	4,17
4	1724	5	488,99	28,93	27,20	4,39
5	1759	1	179,95	18,31	10,51	4,18
5	1601	2	363,67	12,06	31,70	9,60
5	1724	3	375,63	50,18	25,48	9,72
5	1686	4	371,72	38,64	36,68	4,04
5	1758	5	200,86	71,07	16,72	2,70

Tabela 11C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à digestibilidade intestinal, em percentual da digestibilidade total, da matéria seca (DIMS), da proteína bruta (DIPB), da fibra em detergente neutro (DIFDN) e dos carboidratos solúveis em detergente neutro (DICSDN)

P	A	T	DIMS	DIPB	DIFDN	DICSDN
1	1724	1	5,63	32,79	31,77	3,22
1	1686	2	22,40	69,76	38,63	14,36
1	1758	3	40,06	92,57	40,61	20,59
1	1759	4	38,20	84,61	49,41	18,04
1	1601	5	49,44	101,94	50,97	37,31
2	1601	1	1,35	37,76	24,45	9,59
2	1724	2	21,93	69,95	32,62	9,61
2	1686	3	12,95	49,64	35,83	9,71
2	1758	4	22,94	43,91	37,13	16,06
2	1759	5	33,83	63,01	45,33	18,09
3	1758	1	4,96	14,89	28,21	0,80
3	1759	2	35,02	90,34	47,68	14,76
3	1601	3	9,33	35,13	36,88	1,09
3	1724	4	22,62	60,18	44,09	13,73
3	1686	5	17,47	46,44	32,16	14,42
4	1686	1	2,89	31,64	35,00	5,45
4	1758	2	2,40	20,26	21,35	2,39
4	1759	3	17,18	52,50	32,38	4,18
4	1601	4	19,85	60,01	32,69	12,23
4	1724	5	38,11	111,34	50,77	17,44
5	1759	1	10,83	48,39	21,29	5,42
5	1601	2	5,60	33,05	25,51	4,21
5	1724	3	2,55	28,47	26,69	8,05
5	1686	4	19,61	64,59	35,54	14,73
5	1758	5	41,08	122,15	35,34	18,78

Tabela 12C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à digestibilidade intestinal, em percentual da digestibilidade total, do amido (DIAm), dos açúcares solúveis (DIAC) e da fibra solúvel em detergente neutro (DIFSDN) e ao consumo de energia líquida (ELC), em Mcal/dia

P	A	T	DIAm	DIAC	DIFSDN	ELC
1	1724	1	27,43	0,95	0,47	0,95
1	1686	2	16,87	2,51	3,35	1,60
1	1758	3	14,91	3,33	6,02	1,75
1	1759	4	12,41	3,02	21,18	1,25
1	1601	5	11,24	20,19	52,57	0,85
2	1601	1	21,40	0,68	0,46	1,09
2	1724	2	16,55	2,41	2,68	1,19
2	1686	3	10,18	0,17	3,20	1,91
2	1758	4	9,86	1,25	17,21	1,34
2	1759	5	8,80	14,12	49,79	1,22
3	1758	1	15,00	0,76	0,37	1,76
3	1759	2	22,97	3,50	3,45	1,12
3	1601	3	10,57	0,00	2,35	0,91
3	1724	4	10,93	0,64	18,64	1,49
3	1686	5	6,08	8,06	37,44	1,64
4	1686	1	27,08	0,78	0,44	1,38
4	1758	2	6,78	0,60	1,58	2,25
4	1759	3	10,03	0,98	2,25	0,88
4	1601	4	9,17	0,86	15,27	1,43
4	1724	5	9,64	15,83	49,06	1,58
5	1759	1	29,44	1,21	0,42	0,92
5	1601	2	9,70	0,98	2,04	1,36
5	1724	3	7,74	0,00	1,83	1,64
5	1686	4	9,47	0,51	14,60	1,82
5	1758	5	9,19	17,99	40,21	1,61

Tabela 13C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao consumo, em g/dia, de nutrientes digestíveis totais (NDTC), à eficiência de síntese microbiana, em g, de proteína microbiana microbiano por kg de NDT consumido (PBMNDT), em g de nitrogênio microbiano por kg de NDT consumido (NMNDT) e g de nitrogênio microbiano por kg de carboidratos degradados no rúmen (NMCHOD)

P	A	T	NDTC	PBMNDT	NMNDT	NMCHOD
1	1724	1	383,09	46,90	7,50	7,62
1	1686	2	643,36	60,34	9,65	11,24
1	1758	3	700,16	60,66	9,70	13,35
1	1759	4	502,32	116,16	18,58	24,72
1	1601	5	343,43	115,97	18,56	27,11
2	1601	1	443,13	92,54	14,81	14,64
2	1724	2	476,23	140,96	22,55	26,44
2	1686	3	771,17	81,01	12,96	14,16
2	1758	4	536,25	71,59	11,45	14,05
2	1759	5	492,15	80,90	12,94	16,43
3	1758	1	705,56	33,18	5,31	5,94
3	1759	2	452,22	203,43	32,55	39,78
3	1601	3	369,52	83,43	13,35	13,43
3	1724	4	604,49	161,92	25,91	30,13
3	1686	5	659,34	68,41	10,95	12,45
4	1686	1	557,19	80,67	12,91	13,17
4	1758	2	900,41	26,91	4,31	4,62
4	1759	3	352,30	49,00	7,84	8,75
4	1601	4	573,21	175,44	28,07	32,32
4	1724	5	639,48	135,74	21,72	27,03
5	1759	1	369,41	76,37	12,22	12,84
5	1601	2	548,37	153,68	24,59	25,78
5	1724	3	661,01	181,85	29,10	29,47
5	1686	4	735,70	255,76	40,92	45,88
5	1758	5	642,31	148,04	23,69	31,08

Tabela 14C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes à eficiência de síntese microbiana, em g de nitrogênio microbiano por kg de matéria orgânica degradada no rúmen (NMMOD) e em g por Mcal de energia líquida consumida (NMELC), à taxa de passagem, em %/hora, e ao fluxo de proteína bruta para o abomaso, em g/dia (FLPB)

P	A	T	NMMOD	NMELC	Kp	FLPB
1	1724	1	6,83	3,03	0,040	41,66
1	1686	2	10,61	3,89	0,025	99,44
1	1758	3	13,16	3,88	0,033	104,49
1	1759	4	24,16	7,46	0,029	80,56
1	1601	5	27,86	7,49	0,035	58,85
2	1601	1	13,28	5,99	0,038	52,10
2	1724	2	24,85	9,06	0,033	70,51
2	1686	3	12,97	5,24	0,042	93,07
2	1758	4	12,75	4,60	0,034	56,72
2	1759	5	15,48	5,20	0,020	68,35
3	1758	1	5,16	2,12	0,030	37,80
3	1759	2	39,07	13,13	0,050	76,12
3	1601	3	12,39	5,41	0,036	39,83
3	1724	4	28,41	10,48	0,030	86,70
3	1686	5	11,53	4,40	0,010	70,21
4	1686	1	11,83	5,23	0,022	60,97
4	1758	2	4,07	1,72	0,033	57,18
4	1759	3	8,13	3,14	0,028	35,12
4	1601	4	30,35	11,28	0,032	68,68
4	1724	5	27,84	8,76	0,032	113,71
5	1759	1	11,94	4,89	0,024	33,57
5	1601	2	23,26	9,88	0,024	48,15
5	1724	3	26,61	11,74	0,040	66,38
5	1686	4	43,75	16,50	0,044	106,12
5	1758	5	32,36	9,43	0,068	105,18

Tabela 15C - Período (P), animal (A), tratamento (T) e valores referentes ao fluxo, em g/dia, de nitrogênio total (FLN), nitrogênio (FLNMIC) e proteína bruta microbianos (FLPBMIC)

P	A	T	FLN	FLNMIC	FLPBMIC
1	1724	1	6,67	2,87	17,97
1	1686	2	15,91	6,21	38,82
1	1758	3	16,72	6,79	42,47
1	1759	4	12,89	9,34	58,35
1	1601	5	9,42	6,37	39,83
2	1601	1	8,34	6,56	41,01
2	1724	2	11,28	10,74	67,13
2	1686	3	14,89	10,00	62,48
2	1758	4	9,08	6,14	38,39
2	1759	5	10,94	6,37	39,82
3	1758	1	6,05	3,75	23,41
3	1759	2	12,18	14,72	91,99
3	1601	3	6,37	4,93	30,83
3	1724	4	13,87	15,66	97,88
3	1686	5	11,23	7,22	45,11
4	1686	1	9,76	7,19	44,95
4	1758	2	9,15	3,88	24,23
4	1759	3	5,62	2,76	17,26
4	1601	4	10,99	16,09	100,56
4	1724	5	18,19	13,89	86,80
5	1759	1	5,37	4,51	28,21
5	1601	2	7,70	13,48	84,27
5	1724	3	10,62	19,23	120,21
5	1686	4	16,98	30,11	188,16
5	1758	5	16,83	15,21	95,09