AVALIAÇÃO DE DIETAS À BASE DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) E DIFERENTES NÍVEIS DE SEMENTE DE ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L.).

AGOSTINHO LUDOVICO

Médico Veterinário

Orientador: Prof. Dr.

WILSON ROBERTO SOARES MATTOS

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

Piracicaba
Estado de São Paulo - Brasil
Abril - 1993

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

L946a Ludovico, Agostinho
Avaliação de dietas à base de cana-de-açúcar
(*Saccharum officinarum* L.) e diferentes níveis de
semente de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Piraci
caba, 1993.
117p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Bovino - Alimentação - Substituição 2. Cana-de-
açúcar para bovino - Digestibilidade 3. Semente de al-
godão integral para bovino - Digestibilidade
I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Pi-
racicaba

CDD 636.2084

AVALIAÇÃO DE DIETAS À BASE DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) E DIFERENTES NÍVEIS DE SEMENTE DE ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L.).

AGOSTINHO LUDOVICO

Aprovada em : 30.04.1993

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Wilson Roberto Soares Mattos	ESALQ/USP
Prof. Dr. Celso Boin	ESALQ/USP
Prof. Dr. Hugo Tosi	FCAVJ/UNESP

Prof. Dr. Wilson Roberto Soares Mattos
orientador

Aos meus pais *Virgilio* e *Angelina* por terem me
ensinado os caminhos da perseverança, disciplina e do saber,

OFEREÇO.

À minha esposa *Marilucia* e meus filhos
Charles, *Vinicius*, *Cínthia* e *Henrique*, pelo sacrifício,
compreensão e incentivo,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Wilson R.S. Mattos pelos valiosos ensinamentos, orientações e amizade durante todo o transcorrer do trabalho.
- Ao Prof. Dr. Celso Boin pelas valiosas sugestões.
- Ao Prof. Dr. Paulo Machado pelos ensinamentos e colaboração na condução dos trabalhos.
- Aos estagiários do curso de agronomia Luciana Vivian, Gustavo Marin Mônaco, Marcelo Madoka Sakamoto, Rodrigo Bravo, Marcelo José Alves e Daisy Caribé da Rocha Braga pela colaboração na condução dos trabalhos.
- Ao Carlos Cesar Alves pelas orientações e colaboração nas análises bromatológicas.
- Ao João Elias pela colaboração nos trabalhos de composição gráfica.
- À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa de estudos.
- À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo pelo auxílio financeiro para realização da pesquisa.
- À EMATER - Paraná por ter proporcionado condições para a realização do curso.
- À todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	xi
SUMMARY	xiv
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 - Cana-de-açúcar	4
2.1.1 - Aspectos gerais	4
2.1.2 - Fatores limitantes	6
2.1.3 - Desempenho animal	11
2.2 - Semente de algodão	13
2.2.1 - Aspectos gerais	13
2.2.2 - Fatores limitantes	21
3 - MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 - Local	23
3.2 - Animais	23
3.3 - Tratamentos	24
3.4 - Período experimental	26
3.5 - Análises efetuadas	26
3.5.1 - Rações, fezes e urina	26
3.5.2 - Parâmetros ruminiais	29
3.5.2.1 - pH	29
3.5.2.2 - Nitrogênio amoniacal	30
3.5.2.3 - Ácidos graxos voláteis	30

3.5.2.4 - Taxa de passagem da fase líquida e volume ruminal	32
3.5.2.5 - Protozoários	33
3.6 - Delineamento estatístico	34
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 - Peso vivo dos animais	38
4.2 - Composição bromatológica das dietas	39
4.3 - Consumo de matéria seca e energia	41
4.4 - Digestibilidade aparente das dietas	46
4.5 - Balanço de nitrogênio	53
4.6 - Taxa de passagem e volume ruminal	57
4.7 - pH e nitrogênio amoniacal	61
4.8 - Ácidos graxos voláteis	66
4.9 - Contagem de protozoários	72
5 - CONCLUSÕES	79
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
7 - APÊNDICE	97

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Variações no consumo de matéria seca e nutrientes digestíveis totais em função dos diferentes tratamentos	43
Figura 2 - Estimativa da fração lipídica endógena dos animais dos 4 tratamentos	51
Figura 3 - Variações da taxa de passagem e volume ruminal em função dos diferentes tratamentos .	58
Figura 4 - Variações do pH e concentração de nitrogênio amoniacal ruminal em função dos diferentes tratamentos	62
Figura 5 - Variações na concentração média dos ácidos graxos voláteis em função dos diferentes tratamentos	68
Figura 6 - Variações do número médio de protozoários ruminais em função dos diferentes tratamentos	74
Figura 7 - Variações do pH médio do fluido ruminal nos diferentes horários de coleta	104
Figura 8 - Variações da concentração média do nitrogênio amoniacal no fluido ruminal nos diferentes horários de coleta	106
Figura 9 - Variações da concentração média de ácido acético no fluido ruminal nos diferentes horários de coleta	108

Figura 10 - Variações da concentração média de ácido propiónico no fluido ruminal nos diferentes horários de coleta	110
Figura 11 - Variações da concentração média de ácido butírico no fluido ruminal nos diferentes horários de coleta	112
Figura 12 - Variações do número médio de protozoários ruminais da família <i>Isotrichidae</i> nos dife- rentes horários de coleta	114
Figura 13 - Variações do número médio de protozoários ruminais da família <i>Ophryoscolecidae</i> nos diferentes horários de coleta	116

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 01 - Composição percentual da matéria seca das dietas experimentais	24
Tabela 02 - Distribuição dos animais nos 4 tratamentos dentro de cada período experimental . . .	35
Tabela 03 - Esquema de análise de variância dos dados	35
Tabela 04 - Esquema de análise de variância dos dados	36
Tabela 05 - Esquema de análise da variância dos dados	37
Tabela 06 - Peso vivo dos animais nos diferentes períodos experimentais	38
Tabela 07 - Composição bromatológica média percentual das dietas experimentais	39
Tabela 08 - Resultados médios de consumo de matéria seca, energia e coeficientes de digestibilidade aparente "in vivo" das diferentes frações da matéria seca das dietas	42
Tabela 09 - Resultados médios do balanço de nitrogênio nos 4 tratamentos	54
Tabela 10 - Taxa de passagem média da fase líquida e volume ruminal médio dos animais dos 4 tratamentos	57
Tabela 11 - Resultados médios de pH e concentrações de nitrogênio amoniacal do fluido ruminal dos animais nos 4 tratamentos	61

Tabela 12 - Resultados médios das concentrações, porcentagens e ralação molar de ácidos graxos voláteis do fluido ruminal dos animais nos 4 tratamentos	67
Tabela 13 - Resultados médios da contagem de protozoários ruminais nos 4 tratamentos	73
Tabela 14 - Resultados individuais referentes ao consumo de alimentos dos animais dos 4 tratamentos e diferentes horários de coleta	98
Tabela 15 - Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais	98
Tabela 16 - Resultados individuais referentes a composição bromatológica das dietas nos diferentes períodos experimentais	100
Tabela 17 - Resultados individuais referentes a composição bromatológica das sobras das dietas experimentais	101
Tabela 18 - Resultados individuais referentes a digestibilidade das diferentes frações das dietas experimentais	102
Tabela 19 - Valores médios observados para o pH do fluido ruminal nos diferentes tratamentos e horários de coleta	103
Tabela 20 - Valores médios observados para os níveis de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal, nos diferentes tratamentos e horários de coleta	105

Tabela 21 - Valores médios observados para a concentração molar de ácido acético no fluido ruminal, nos diferentes tratamentos e horários de coleta	107
Tabela 22 - Valores médios observados para a concentração molar de ácido propiônico no fluido ruminal, nos diferentes tratamentos e horários de coleta	109
Tabela 23 - Valores médios observados para a concentração molar de ácido butírico no fluido ruminal, nos diferentes tratamentos e horários de coleta	111
Tabela 24 - Número médio de <i>Isotrichidae</i> por mililitro de conteúdo ruminal nos 4 tratamentos e diversos horários de coleta	113
Tabela 25 - Número médio de <i>Ophryoscolecidae</i> por mililitro de conteúdo ruminal nos 4 tratamentos e diferentes horários de coleta	115
Tabela 26 - Regressões e teste de F dos parâmetros estudados	117

AVALIAÇÃO DE DIETAS À BASE DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) E DIFERENTES NÍVEIS DE SEMENTE DE ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L.).

Autor: Agostinho Ludovico

Orientador: Prof. Dr. Wilson Roberto Soares Mattos

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estudar parâmetros relativos ao processo digestivo de bovinos recebendo dietas à base de cana-de-açúcar com diferentes níveis de semente de algodão integral.

Os parâmetros foram avaliados usando-se 4 vacas dotadas de cânula ruminal e submetidas a um delineamento estatístico de quadrado latino de 4 x 4.

As dietas continham 0, 10, 20 e 30% de semente de algodão integral, nos tratamentos T0, T1, T2 e T3, respectivamente, em substituição ao farelo de algodão, o qual foi fornecido na proporção de 30% da matéria seca total das dietas.

O consumo de matéria seca e energia digestível apresentaram efeito quadrático significativo ($P < 0,01$) do tratamento, sendo o maior e menor consumo verificados no tratamento T1 e T3, respectivamente.

O tratamento apresentou efeito significativo ($P = 0,002$) sobre a digestibilidade do extrato etéreo da dieta,

sendo este quadrático e com maior digestibilidade observada no tratamento T2. A digestibilidade da fração de parede celular apresentou apenas uma tendência de efeito quadrático ($P=0,12$), com maior digestibilidade no tratamento T2.

A retenção de nitrogênio apresentou efeito linear significativo ($P=0,04$) do tratamento, sendo a menor retenção observada no tratamento T3.

A taxa de passagem da fase líquida ruminal apresentou um efeito quadrático significativo ($P<0,01$) do tratamento, sendo que nos tratamentos T1 e T3 os fluidos foram renovados com a maior e menor rapidez, respectivamente. O volume ruminal demonstrou um efeito quadrático significativo ($P=0,058$) da semente de algodão, sendo o maior volume observado no tratamento T3 e o menor no tratamento T1.

Os valores de pH e a concentração de amônia do fluido ruminal apresentaram um efeito quadrático e linear significativos ($P<0,018$), respectivamente, sendo o menor pH médio observado no tratamento T2 (7,02) e a menor concentração média de amônia no tratamento T3 (6,90 mg/dl).

O teor de semente de algodão na dieta não exerceu efeitos significativos sobre a concentração de ácido butírico e proporção de ácido acético : propiônico. A proporção molar de ácido acético aumentou linearmente ($P=0,05$), de ácido butírico tendeu a diminuir e de ácido propiônico permaneceu estável, com o aumento dos teores de semente de algodão na dieta. As concentrações de ácido acético, propiônico e total de ácidos graxos voláteis no

fluido ruminal apresentaram efeito quadrático ($P=0,012$; $P=0,10$ e $P=0,019$, respectivamente), sendo que as concentrações maiores foram observadas no tratamento T1 e menores no tratamento T3.

O tratamento apresentou efeito quadrático e linear significativos ($P<0,015$) sobre o número de protozoários das famílias *Isotrichidae* e *Ophryoscolecidae*, respectivamente. O menor número de protozoários foi observado no tratamento T3 e o maior número de *Isotrichidae*/ rúmen no tratamento T2. No tratamento T3, o número total de protozoários no rúmen representou apenas 30,66% do observado no tratamento T0.

EVALUATION OF DIETS BASED ON SUGAR CANE (*Saccharum officinarum* L.) AND DIFFERENT LEVELS OF WHOLE COTTONSEED (*Gossypium hirsutum* L.).

Author: Agostinho Ludovico

Adviser: Dr. Wilson Roberto Soares Mattos

SUMMARY

The objectives of this study were to evaluate diets based on sugar cane and different levels of whole cottonseed (WCS) in rumen fistulated animals, in a 4x4 Latin Square design.

The treatments were 0%, 10%, 20%, and 30% WCS (T0, T1, T2, and T3) in replacement of cottonseed meal in the grain mix (30% of total dry matter).

Dry matter and digestible energy intakes showed a quadratic effect ($P < 0,01$).

Diet nutrients digestibility showed no difference except for a significant ($P < 0,01$) quadratic effect for the ether extract fraction.

Rumen liquid phase turnover showed a significant ($P < 0,01$) quadratic effect.

The pH and ammonia values showed a significant ($P < 0,018$) quadratic and linear effects, respectively.

Acetic acid, propionic acid, and total volatile fatty acids concentrations also showed a quadratic effect ($P=0,012$; $P=0,10$ and $P=0,019$, respectively) .

There was a significant ($P<0,01$) quadratic and linear effect in the *Isotrichidae* and *Ophryoscolecidae* protozoa families, respectively.

1 - INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar provavelmente foi uma das primeiras plantas utilizadas como recurso forrageiro na alimentação suplementar dos animais no Brasil e, pelas suas características produtivas e culturais, adquiriu expressiva importância na alimentação animal.

A sua grande produção por unidade de área cultivada, o seu cultivo relativamente fácil, o baixo custo por unidade de matéria seca produzida, além da coincidência do período de sua maior disponibilidade com o período de maior escassez de pastos, são algumas das características que têm justificado a sua escolha como recurso forrageiro a ser usado, principalmente, no período seco do ano.

A cana-de-açúcar é rica em carboidratos, e aproximadamente a metade destes são altamente solúveis e, embora tenha uma digestibilidade relativamente alta, os animais que a utilizam suplementada apenas com minerais e fonte de nitrogênio não proteico, têm baixo desempenho produtivo.

A partir de 1973, após trabalhos realizados em Barbados, nas Antilhas, inúmeros estudos passaram a ser realizados, principalmente no México e República Dominicana,

com o objetivo de se aumentar a eficiência do uso da cana-de-açúcar na alimentação animal.

Através das pesquisas realizadas, concluiu-se que o desempenho produtivo dos animais com dietas à base de cana-de-açúcar está na dependência da utilização de suplementos que forneçam, principalmente, glucose, ou compostos gluconeogênicos, e aminoácidos pós rúmen para atender os requerimentos dos animais.

Uma característica microbiológica ruminal marcante em dietas a base de cana-de-açúcar é a prevalência de grande número de protozoários, especialmente os ciliados grandes da família *Isotrichidae*. Estes protozoários, além de competirem com as bactérias por nutrientes, também as predam e são seletivamente retidos no rúmen, o que provavelmente resulta num baixo fluxo de proteína microbiana do rúmen ao intestino delgado, e se constitui num fator agravante em dietas de baixo teor proteico como da cana-de-açúcar.

A eliminação ou diminuição do número de protozoários nessas dietas é defendido por alguns autores, e o fornecimento de lipídios insaturados na alimentação de ruminantes parece levar a esses efeitos, através de seu provável efeito tóxico sobre esses microrganismos.

A semente de algodão é um ingrediente alimentar com altos teores de lipídios, proteínas e fibra bruta, e sua utilização na alimentação de ruminantes vem recebendo atenção crescente da pesquisa, principalmente, em virtude de seus altos teores de lipídios que possibilitam

e elevar a densidade energética das dietas sem diminuir seus teores de fibra ou proteínas.

A composição bromatológica da semente de algodão, e também o provável efeito tóxico dos seus lipídios insaturados sobre os protozoários, parece torná-la um suplemento adequado para as dietas à base de cana-de-açúcar.

Na literatura não há referência específica da combinação desses dois alimentos, e as características químicas e nutricionais de cada um deles, isoladamente, possibilita a perspectiva de bons resultados nutricionais através dessa combinação.

Os objetivos do presente trabalho foram de estudar, através da mensuração de parâmetros relativos ao processo digestivo, o efeito da substituição do farelo de algodão por semente integral de algodão em rações completas à base de cana-de-açúcar fornecida a bovinos em manutenção.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - CANA-DE AÇÚCAR

2.1.1 - Aspectos gerais

Entre as gramíneas tropicais, utilizadas como forragem, a cana-de-açúcar é a que apresenta o maior potencial de produção de matéria seca e energia, por unidade de área, em um único corte (BOIN, 1985).

A produtividade média no Estado de S. Paulo, situa-se em torno de 80 toneladas de colmos por hectare, e, considerando-se que a ponta representa em média 20 a 30% do seu peso total, obter-se-ia de 100 a 110 toneladas de matéria fresca por hectare/ano (BOIN, 1985).

Utilizando-se os valores médios de matéria seca da ordem de 28,0% verificados por ALLEONI (1988) e PRESTON & LENG (1980), obtem-se uma produção aproximada de 28 a 30 toneladas de matéria seca por hectare/ano.

Outra característica positiva da cana-de-açúcar é o aumento do seu valor nutritivo com aumento da sua maturidade. Segundo BANDA & VALDEZ (1976), com o avanço da maturidade da planta, ocorrem decréscimos nos teores de nitrogênio (proteína bruta) e dos constituintes da parede

celular, e aumento dos teores de matéria seca e conteúdo celular. O aumento do teor de conteúdo celular, a medida que a planta vai atingindo a maturidade, é o resultado do acúmulo de sacarose, e esta desempenha um efeito diluidor dos constituintes da parede celular, levando a um aumento da digestibilidade da planta com a sua maturidade.

Uma característica comum a todas as variedades de cana-de-açúcar é o seu baixo conteúdo de nitrogênio e lipídios (PRESTON, 1977), embora as variedades forrageiras apresentem um teor de proteínas maior que as variedades para fins industriais (BOIN, 1985). Em virtude dos lipídios e nitrogênio estarem contidos em maior proporção na casca e na ponta da planta, a cana-de-açúcar mais jovem apresenta maiores teores desses nutrientes (BANDA & VALDEZ, 1976).

LOVADINI (1971) analisando 10 variedades de cana-de-açúcar forrageiras, escolhidas sob o critério de teor mais alto de proteína bruta, no período compreendido entre 120 e 390 dias de crescimento vegetativo, encontrou teores de 4.35 a 7.62% de proteína bruta, 30.4 a 34.10% de fibra bruta, 35.43 a 37.33% de celulose, 9.73 a 11.9% de lignina e desaparecimento "in vitro" da matéria seca de 30.10 a 42.83%. Segundo esse autor, há uma correlação positiva entre os teores de proteína e de fibra bruta.

A digestibilidade da cana-de-açúcar foi estudada por PEDREIRA (1962) que obteve resultados variando de 30.1 a 58.2% de digestibilidade da matéria seca em ovinos. Analisando os resultados obtidos por esse autor, BOIN (1985)

verificou ter havido uma correlação positiva entre a percentagem de extrativo não nitrogenado e a digestibilidade da matéria seca, e concluiu que as variedades com mais alto conteúdo de sacarose devem apresentar digestibilidade mais elevada.

MELOTTI (1972) comparando a digestibilidade "in vivo" de várias plantas forrageiras, encontrou valores médios para a matéria seca de 61.83 e de 62.78% para a variedade IAC 3625 em ovinos e bovinos, respectivamente. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por MONTPELLIER & PRESTON (1977) que obtiveram valores médios de 60.30% para a planta inteira, 61.50% para as pontas, 59.60% para a casca e 71.30% para o colmo descascado. Estes autores também observaram, através da técnica de sacolas de náilon suspensas no rúmen que a digestibilidade da fração fibrosa foi de apenas 19,5%.

ALVAREZ & PRESTON (1976), partindo do princípio de que aproximadamente a metade da matéria seca da cana-de-açúcar é constituída de açúcares os quais são totalmente digeridos no rúmen, e que somente 20% da porção fibrosa é digerida no mesmo órgão, concluíram que, no mínimo, 90% do material digestível da cana-de-açúcar desaparece no rúmen.

2.1.2 - Fatores limitantes

A cana-de-açúcar se caracteriza por apresentar uma composição bromatológica com baixos teores de, proteína

bruta, lipídios e fósforo, principalmente (BOIN, 1985; PRESTON, 1976).

Analisando duas variedades de cana-de-açúcar BOIN (1985) encontrou teores médios de fósforo e proteína bruta de 0.07 e 3.25% da matéria seca, respectivamente.

Observando os teores mínimos necessários de proteína em dietas para novilhos em crescimento (NRC, 1984) e de nitrogênio para a atividade microbiana ruminal, pode-se concluir que a cana-de-açúcar deve ser suplementada para atender essas necessidades (LENG & PRESTON, 1976; LENG, 1988).

ALVAREZ & PRESTON (1976) concluíram que a quantidade adequada de uréia para suplementação da cana-de-açúcar é de 35 gramas por quilograma de matéria seca de cana-de-açúcar, e BOIN (1985), considerando 14:1 uma relação ótima de nitrogênio : enxofre, recomenda que a fonte de nitrogênio seja composta de 85% de uréia e 15% de sulfato de amônia.

Segundo LENG (1988), animais que consomem dietas com baixos teores de lipídios, tal como a cana-de-açúcar, tendem a sintetizar os ácidos graxos de cadeia longa, que normalmente seriam proveniente da dieta, através do ácido acético, o que leva a um gasto muito grande de glucose para a síntese de glicerol e fornecimento de equivalentes redutores para a síntese desses lipídios. KRONFELD (1982), citado por LENG (1988), afirma que a eficiência máxima para produção de leite ocorre quando os lipídios fornecem 16% da energia dietética metabolizável.

PRESTON (1984) afirma que os valor nutritivo da cana-de-açúcar é limitado pela baixa taxa de digestão da sua parede celular, a qual contribui muito pouco para o fornecimento de energia metabolizável e também reduz a eficiência de utilização dos açúcares através de seu efeito negativo no ecossistema ruminal, com uma baixa taxa de renovação ruminal.

Embora a sua digestibilidade seja relativamente alta, os animais que a consomem suplementada unicamente com minerais e fonte de nitrogenio não proteico, apresentam baixos consumo de matéria seca e desempenho produtivo (LENG & PRESTON, 1976).

PRESTON et alii (1976), fornecendo para bovinos uma dieta de cana-de-açúcar e suplementando com polidura de arroz conseguiram aumentar o ganho de peso diário de 150 gramas obtido com um consumo de 13 kg de cana-de-açúcar suplementada apenas com uréia e minerais, até 0,90 kg de ganho de peso com o consumo de 17 kg de cana-de-acúcar suplementada com 1,20 kg de polidura de arroz. Mais tarde ELLIOT et alii (1978a) e ELLIOT et alii (1978b) concluíram que o consumo deste suplemento levava a um aumento do fluxo de glucose e aminoácidos para o duodeno.

LENG (1988) afirma que as principais limitações nutricionais da cana-de-açúcar são: a) baixa proporção de proteínas em relação a energia; b) baixa proporção de energia glucogênica em relação ao total de ácidos graxos voláteis, e c) baixa proporção de ácidos

graxos de cadeia longa em relação ao total de ácidos graxos voláteis. Este autor conclui ainda que essas limitações levam a necessidade de se fornecer suplementos que forneçam glucose ou compostos gluconeogênicos, proteínas ou aminoácidos e ácidos graxos de cadeia longa ao nível de intestino delgado, ou pós-rúmen.

A fermentação ruminal em dietas de cana-de-açúcar se caracteriza por apresentar um pH considerado alto e estável, variando de 6,8 a 7,3, o que é atribuído a intensa salivação dos animais (LENG & PRESTON, 1976), e a ação regulatória dos protozoários sobre a disponibilidade dos carboidratos solúveis (MINOR et alii, 1977).

A concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal varia entre 1 e 4 mg/dl, quando a cana-de-açúcar não foi suplementada por fonte de nitrogênio, e de 20 a 40 mg/dl quando suplementada por fonte de nitrogênio dentro dos níveis normalmente recomendados (LENG & PRESTON, 1976).

VALDEZ et alii (1977), estudando a função ruminal de bovinos com dietas de cana-de-açúcar, observou que logo após as refeições ocorre declínio da proporção molar de ácido acético, aumento da proporção de ácido propiônico, e subsequentemente ocorre o inverso, enquanto o ácido butírico tende a permanecer constante.

A proporção molar de ácido propiônico com dietas de cana-de-açúcar é considerada alta, variando de 25 a 35% do total de ácidos graxos, mas a sua produção é considerada baixa devido a baixa taxa de diluição do conteúdo

ruminal, o que leva a uma deficiência de precursores gluconeogênicos dos animais que consomem tais dietas (PRESTON, 1977; PRESTON & LENG, 1980).

Uma característica microbiológica ruminal marcante em dietas de cana-de-açúcar é a alta população de protozoários, principalmente os ciliados grandes da família *Isotrichidae* (VALDEZ *et alii*, 1977; PRESTON & LENG, 1980; MINOR *et alii*, 1977; FIGUEIREDO, 1990).

Esses protozoários se caracterizam por estocar rapidamente, após as refeição, grandes quantidades de carboidratos solúveis, aumentar sua densidade, diminuir sua motilidade, sedimentando e se congregando no fundo do rúmen e retículo (PRESTON & LENG, 1980).

Os protozoários predam e competem com as bactérias por nutrientes e são seletivamente retidos no rúmen, diminuindo a disponibilidade de nutrientes, principalmente proteínas, para o animal hospedeiro (LENG *et alii*, 1981; USHIDA *et alii*, 1991). Por essa razão BIRD (1989), citado por LENG (1990) afirma que os protozoários são os maiores parasitas dos ruminantes alimentados com dietas de baixo valor proteico e defende a defaunação ou diminuição da densidade de protozoários nessas condições.

Porém, em função de um expressivo papel dos protozoários na digestão da fibra, quer seja através de uma ação direta dos *Ophryoscolecidae* com enzimas celulolíticas, engolfamento e digerindo pequenas partículas de fibra, ou

através de uma ação indireta dos *Isotrichidae* com a manutenção das condições ideais do rúmen para a atuação das bactérias celulolíticas, alguns autores questionam a viabilidade de sua eliminação do rúmen (VEIRA, 1986; RYLE & ORSKOV, 1987).

2.1.3 - Desempenho animal

Com base no potencial em fornecer proteínas e glucose pós-rúmen, PRESTON & LENG (1984) classificaram alguns alimentos, onde se destacam como as melhores opções o farelo de polidura de arroz, farelo de algodão, farelo de soja e proteínas de milho, os quais poderiam ser suplementos preferenciais de dietas a base de cana-de-açúcar.

Em virtude da dificuldade de se obter a polidura de arroz, que se classifica como excelente opção para a suplementação da cana-de-açúcar (PRESTON & LENG, 1984), no Brasil têm-se utilizado principalmente o farelo de algodão, farelo de arroz, e de soja como suplementos para a cana-de-açúcar nas condições em que se deseja uma maior resposta produtiva dos animais.

MOREIRA (1983) verificou ganhos de peso que variaram até 0.588 e 0.535 kg/animal/dia, quando utilizou 1.0 kg de farelo de arroz e trigo, respectivamente, na suplementação de bovinos mestiços holandez-zebu confinados e alimentados com cana-de-açúcar e uréia.

Resultados ligeiramente superiores a estes foram descritos por PACOLA *et alii* (1986), que verificaram

0.781 kg de ganho médio por cabeça/dia em dietas contendo 80% de cana e 20% de farelo de algodão.

Na alimentação de bovinos de leite, a cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho, foi estudada por BIONDI *et alii* (1978). Para manter a ingestão total de matéria seca e o teor de proteína aproximadamente iguais em todos os tratamentos, a cada 10% de substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar aumentou-se aproximadamente 0.17 kg de matéria seca de concentrado, e concluiu-se que a produção de leite não foi afetada até o nível de 50% de substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar.

BOIN *et alii* (1983), testaram a substituição total da silagem de milho pela cana-de-açúcar, em vacas mantidas em regime de meia estabulação, utilizaram farelo de soja, ou uréia, para ajustar o teor de proteína bruta de todas as dietas a 13% da matéria seca; forneceram também 1 kg de um concentrado com 13% de proteína bruta na matéria seca para cada 2.5 litros de leite produzido acima de 8 kg/vaca/dia. Os autores observaram que a produção de leite foi semelhante para os dois tipos de volumosos (média de 15.45 kg/vaca/dia, corrigido à 4% de gordura), quando foram suplementadas com farelo de soja e concentrado. Quando se suplementou com uréia houve diminuição do consumo de matéria seca, produção de leite e peso vivo dos animais.

2.2 - SEMENTE DE ALGODÃO

2.2.1 - Aspectos gerais

O Brasil possui uma produção de algodão de 2 milhões de toneladas/ano e a semente representa

aproximadamente 60% desse total (ABRAHÃO, comunicação pessoal¹).

Do processamento industrial da semente de algodão para a extração do óleo, resultam o farelo e a casca de algodão.

O farelo de algodão é considerado primariamente um suplemento proteico, com teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) representando, aproximadamente, o dobro da quantidade contida nos outros suplementos proteicos normalmente utilizados (COPPOCK *et alii*, 1987).

Segundo o NRC (1989), o farelo de algodão contém 44,3% de proteína bruta, 5,0% de extrato etéreo, 6,6% de matéria mineral, 12,8% de fibra bruta, 28% de NDF, 20% de ADF e 78% de nutrientes digestíveis totais na matéria seca.

Embora a degradabilidade ruminal da fração proteica do farelo de algodão seja muito variável em virtude das variações no processamento industrial para a sua obtenção, ele é considerado como um suplemento de boa

¹ - ABRAHÃO, J.T.M. (ESALQ/USP. Departamento de Fitotecnia, 1990).

capacidade de fornecimento de proteínas sobrepassantes no rúmen (COPPOCK *et alii* 1987).

KRISHNAMOORTHY *et alii* (1982), citados por COPPOCK *et alii* (1987), estudando a fração nitrogenada dos alimentos, encontraram 49,5% de degradabilidade ruminal para o farelo de algodão, enquanto obtiveram 79,9% para o farelo de soja.

A casca de algodão contém 4,1% de proteína bruta, 1,7% de extrato etéreo, 2,8% de matéria mineral, 47,8% de fibra bruta, 90% de FDN, 73% de FDA e 45% de nutrientes digestíveis totais, segundo o NRC (1989), e é considerada um alimento volumoso. É utilizada principalmente como fonte de fibra ou diluidor de rações concentradas, e apresenta efeito estimulatório do consumo de alimentos quando adicionado a dietas com baixos teores de fibra (COPPOCK *et alii*, 1987).

A utilização da semente de algodão integral na alimentação animal já é pesquisada desde o século 19 e atualmente 20% da semente de algodão integral produzida nos Estados Unidos da América é utilizada na alimentação de bovinos de leite (COPPOCK *et alii*, 1987).

Segundo o NRC (1989), a semente de algodão com linter possui 23% de proteína bruta, 20% de extrato etéreo, 44% de fibra em detergente neutro e 96% de nutrientes digestíveis totais na matéria seca. Segundo COPPOCK *et alii* (1987), esta composição permite caracterizá-la com um ingrediente com alto teor de energia, proteínas e fibra, e

ideal para se aumentar a densidade energética de vacas em lactação, sem diminuir os teores de fibra da dieta.

Os ácidos graxos contidos na semente de algodão são predominantemente insaturados, sendo que o oleico e linoleico representam 14,7 e 57,9% do total, respectivamente, segundo análise feita por MOHAMED *et alii* (1988).

Avaliando os efeitos do fornecimento de níveis crescentes de semente de algodão sobre o consumo de matéria seca e energia de vacas de leite, COPPOCK *et alii* (1985) concluíram que o fornecimento de semente de algodão acima de 30% da matéria seca da dieta, diminui significativamente o consumo de matéria seca e energia.

Mais tarde (COPPOCK *et alii*, 1987), analisando os resultados de 18 experimentos com semente de algodão na dieta de bovinos de leite, concluíram que o fornecimento de semente de algodão, até 25% da matéria seca da dieta, não afeta significativamente o consumo de alimentos, o que sugere, na maioria dos estudos, um aumento da energia líquida consumida.

A digestibilidade da semente de algodão foi estudada por TEIXEIRA & HUBER (1989) através da utilização da técnica do saco de náilon móvel em vacas leiteiras. Foram analisados semente de algodão inteira, quebrada e moída até passagem em peneira de 1 milímetro, as quais, respectivamente, apresentaram 6,5; 12,7 e 51,4% de

desaparecimento da matéria seca no rúmen, após 24 horas de incubação, e 7,8; 7,9 e 2,6% no intestino. A fração proteica da semente de algodão inteira, quebrada e moída apresentou 8,3; 21,5 e 79,8%, de desaparecimento após incubação durante 24 horas no rúmen, e 24,3; 19,4 e 6,5% no intestino, respectivamente. Segundo os autores o processamento que melhor deve representar o fornecimento de semente inteira para vacas é a semente quebrada, devido à ação da mastigação e ruminação.

PENA *et alii* (1986), estudando a digestão de semente de algodão em vacas recebendo dietas com 40.8% da matéria seca de semente de algodão, após 12 horas de incubação em sacolas de náilon no rúmen, obtiveram digestibilidade de 53,4 e 84,7% para a matéria seca e proteína bruta, respectivamente, utilizando semente moída até passagem em peneira de 2 milímetros.

A eliminação da semente de algodão inteira através das fezes de vacas que a consomem, foi estudada por COPPOCK (1985), através do fornecimento de dietas que continham 15% da matéria seca de semente de algodão, 35% de silagem de milho e 50% de ração concentrada, e verificou que de 0,4 a 0,7% da semente de algodão com linter e 11,5% da semente sem linter eram eliminadas inteiras através das fezes dos animais.

Segundo PALQMQUIST & JENKINS (1980), a adição de lipídios a dietas de ruminantes, tal como ocorre com a adição de semente de algodão, frequentemente leva a uma

diminuição da digestibilidade da fibra, e a maioria dos dados sugerem, como causa, um efeito inibitório na atividade microbiana. Este autores afirmam ainda, que este efeito negativo pode ser evitado através do fornecimento de cátions, especialmente cálcio (1% da matéria seca da dieta), os quais formam sabões e deixam os lipídios passarem inertes pelo rúmen, sem atividade bactericida; no abomaso, o meio ácido promove a dissociação desses sabões.

O NRC (1989) recomenda o aumento de 20 a 30% dos teores, normalmente recomendados, de cálcio e magnésio nas dietas suplementadas com lipídios insaturados, devido a formação de sabões no rúmen, e a maior eliminação desses inerais nas fezes.

O fornecimento de semente de algodão até o nível de 30% da matéria seca da dieta não leva a redução da digestibilidade da dieta (COPPOCK et alii, 1987), ao contrário do que ocorre quando se fornece igual quantidade de lipídios de forma livre.

Segundo COPPOCK & WILKS (1991), o fornecimento de lipídios através de sementes oleaginosas, permite com que a sua liberação seja lenta, no decorrer de todo o dia, através da mastigação, o que provavelmente está dentro da capacidade de biohidrogenação dos microrganismos ruminais e impede a redução da digestibilidade da fibra.

MACZULACK et alii (1981), estudando os efeitos da adição de níveis crescentes de ácidos graxos em cultura de bactérias ruminais, verificaram que os ácidos graxos

insaturados aumentam a fase "lag" ou inibem o crescimento de bactérias gram positivas ou gram variáveis e com atividade celulolítica, enquanto as bactérias gram negativas e com atividade amilolítica apresentaram crescimento igual ou maior ao obtido nos meios de cultura isentos de ácidos graxos.

Os efeitos do fornecimento de lipídios insaturados sobre a função ruminal foram estudados por CZERKAWSKI *et alii* (1975) que obtiveram, através do fornecimento de óleo de linhaça em níveis crescentes até 90 gramas/dia para ovinos, um aumento da taxa de diluição e do volume ruminal, aumento do número de bactérias, diminuição do número de protozoários e diminuição na concentração, mas aumento na produção de ácidos graxos voláteis.

CHALUPA *et alii* (1986), estudando os efeitos da adição de até 12% de ácido oleico sobre a fermentação ruminal de vacas recebendo dietas compostas de 50% de silagem de milho e 50% de alimentos concentrados, obtiveram uma diminuição da proporção de acetato : propionato, aumento da porcentagem molar de ácido propiônico, diminuição de butirato e acetato, e diminuição da concentração de AGV total no fluido ruminal, quando compararam com dieta controle contendo 3% de lipídios.

TAMMINGA *et alii* (1983) estudando o efeito do fornecimento de um concentrado contendo 7 e 12% de lipídios, fornecido na proporção de 2/3 da dieta de vacas de leite, verificaram uma diminuição de até 15% na concentração de

ácidos graxos voláteis, aumento na proporção de ácido propiônico e diminuição de ácido butírico, aumento do pH, diminuição da concentração de nitrogênio amoniacal, além de uma drástica redução do número de protozoários, no tratamento que recebeu concentrado com 12% de lipídios, comparado com o tratamento que recebeu concentrado com 7% de lipídios.

KEELE *et alii* (1989) e MAHOMED *et alii* (1988), trabalhando com vacas leiteiras, também verificaram um aumento na proporção de ácido propiônico e diminuição de ácido butírico com o aumento da quantidade fornecida de semente de algodão até o nível de 25,3 e 16,5%, respectivamente. KEELE *et alii* (1989) atribuíram estes resultados a uma diminuição do número de protozoários no rúmen, o qual foi observado por MAHOMED *et alii* (1988).

A diminuição do número de protozoários (30%) com o fornecimento de semente de algodão em bovinos foi verificada por HORNER *et alii* (1988) quando forneceram 15% da matéria seca da dieta de semente de algodão e compararam com dieta isenta de semente de algodão fornecida para novilhas leiteiras.

Os efeitos do fornecimento de semente de algodão sobre a produção e composição do leite foram estudados por vários autores e as conclusões nem sempre são concordantes.

COPPOCK *et alii* (1987), através da análise dos resultados de 13 experimentos nos quais a semente de algodão

foi fornecida até a proporção de 40% da matéria seca da dieta, concluíram que o seu fornecimento leva a um aumento de até 0,3% do teor de gordura e diminuição do teor de proteínas, principalmente caseína, do leite na metade dos estudos, mas com diferença significativa em apenas um quarto deles.

A diminuição do teor de proteínas do leite também é observada com outras fontes de lipídios e a sua causa mais provável é a diminuição da síntese de proteína microbiana ruminal (COPPOCK & WILKS, 1991).

DUNKLEY *et alii* (1977) concluíram que os com o aumento dos teores de lipídios na ração, diminuí os teores de carboidratos disponíveis para os microorganismos ruminais, os quais são sua principal fonte de energia, levando, assim, a uma diminuição da síntese de proteína microbiana ruminal.

KEELE *et alii* (1989), fornecendo dietas compostas de 50% de volumoso para vacas, verificaram que o fluxo de nitrogênio microbiano para o duodeno em vacas que receberam dietas controle (1,6% extrato etéreo) foi de 136 g/dia, enquanto que das vacas que receberam dietas com 25,3% da matéria seca de semente de algodão (5,8% de extrato etéreo) foi de apenas 98 g/dia (diferença não significativa), o que os autores atribuíram a uma possível defaunação promovida pelos lipídios.

2.2.2) Fatores limitantes

Na glândulas pigmentares da semente de algodão encontra-se um composto fenólico, designado gossipol, que apresenta efeitos tóxicos para os animais que o ingerem, embora com menores efeitos para os ruminantes (COPPOCK *et alii*, 1987).

Entre os sinais de intoxicação pelo gossipol estão o decréscimo dos teores de hemoglobina e proteína total no plasma, aumento da fragilidade dos eritrócitos e aumento da taxa de respiração (COPPOCK *et alii*, 1985a).

Durante o processamento industrial da semente de algodão para a obtenção do farelo, ou no trato digestivo dos animais, o gossipol apresenta a capacidade de se ligar a outros compostos químicos, principalmente a lisina e sulfato de ferro, calcio e magnésio, o que resulta na perda de seu efeito tóxico (COPPOCK *et alii*, 1985a; COPPOCK *et alii*, 1987).

A quantidade de gossipol presente na semente de algodão é muito variável, indo de 0,39 até 1,70% da matéria seca da semente (PONS *et alii*, 1953, citado por COPPOCK *et alii*, 1987).

Segundo a National Cottonseed Products Association dos Estados Unidos da América (HOARD'S DAIRYMAN, 1991) 68% do gossipol fornecido para vaca se mantém na forma livre (tóxica para os animais) e o fornecimento diário para

uma vaca de porte grande não deve ultrapassar de 24 gramas de gossipol.

LINDSEY *et alii* (1980) pesquisando os efeitos do gossipol em vacas, através do fornecimento de até 22,5 gramas de gossipol livre/vaca/dia com farelo de algodão, encontraram sinais de intoxicação como a diminuição da hemoglobina e proteína total do plasma sanguíneo, aumento da fragilidade dos eritrócitos e aumento da taxa de respiração.

COPPOCK *et alii* (1985a), forneceram até 55% da matéria seca da dieta de vacas composta por semente de algodão (consumo médio de 27 gramas de gossipol livre/vaca/dia) e não encontraram evidências de intoxicação pelo gossipol, através da análise de 11 metabólitos sanguíneos, e concluíram que no rúmen provavelmente estão envolvidos mecanismos múltiplos e complexos na destoxicação do gossipol da semente de algodão.

3) MATERIAL E MÉTODOS

3.1) Local

O experimento foi desenvolvido no Estábulo Experimental do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, no período de setembro a dezembro de 1991.

Os animais foram mantidos em baias cobertas e individuais, com bebedouros providos de hidrômetros e cochos móveis, que possibilitavam a limpeza e o controle do alimento ingerido.

3.2) Animais

Foram usadas quatro vacas mestiças holandesas com peso vivo no início do experimento de 524, 475, 592 e 701 kg para os animais denominados Vaca 1 (V1), Vaca 2 (V2), Vaca 3 (V3) e Vaca 4 (V4), respectivamente.

As vacas eram providas de cânula ruminal, o que possibilitava uma amostragem representativa do conteúdo do rúmen em relação aos parâmetros analisados.

No início do período experimental, os animais receberam vermífugo injetável a base de abamectin, e, por duas vezes durante o experimento, receberam 2.500.000 UI de

vitamina A, 375.000 UI de vitamina D e 250 mg de vitamina E, via parenteral.

O manejo dos animais incluía também a pesagem no início e no término de cada período experimental no decorrer de todo o experimento.

3.3) Tratamentos

Foram comparados quatro tratamentos que apresentavam a composição percentual na matéria seca demonstrada na Tabela 01.

Tabela 01 - Composição percentual da matéria seca das dietas experimentais (% da matéria seca).

INGREDIENTES	TRATAMENTOS ¹			
	T0	T1	T2	T3
CANA	66,30	66,30	66,30	66,30
SEMENTE ALGODÃO	-	10,00	20,00	30,00
FARELO+CASCA ALGODÃO	30,00	20,00	10,00	-
CALCÁRIO	1,00	1,00	1,00	1,00
CLORETO SÓDIO	0,50	0,50	0,50	0,50
SUPLEMENTO MINERAL ²	0,50	0,50	0,50	0,50
URÉIA	1,45	1,45	1,45	1,45
SULFATO AMÔNIA	0,25	0,25	0,25	0,25

1 = T0, T1, T2 e T3 = Tratamento 0, 1, 2, 3, respectivamente

2 = composição por kg: P 136,80 gr, Ca 205,00 gr; Mg 11,00 gr; S 21,23 gr; Zn 10,50 gr; Cu 3,75 gr; Mn 1,50 gr; Fe 4,50 gr; Co 0,20 gr; I 0,30 gr e Se 28,82 mg.

A cana-de-açúcar foi obtida da ESALQ, cortada de 3 a 4 vezes por semana e mantida em local coberto e seco até o momento em que era picada e fornecida aos animais.

A semente e o farelo de algodão foram gentilmente cedidos pela Cooperativa dos Cafeicultores de Maringá, situada no Município de Maringá, Estado do Paraná.

O farelo de algodão foi adicionado de casca de algodão até o nível em que o teor proteico desta mistura fosse igual ao da semente de algodão, como meio de se obter dietas isonitrogenadas e com a mesma proporção de concentrado : volumoso em todos os tratamentos.

A casca de algodão foi adquirida na indústria Anderson Clayton, em Londrina, Estado do Paraná.

O suplemento mineral, que continha a denominação comercial de Agromix Fós-30, foi gentilmente cedido pela empresa Agromix, situada no Município de Jabotical, Estado de São Paulo.

O suplemento mineral, cloreto de sódio e o calcário foram misturados com o auxílio de um misturador do tipo vertical e, da mesma forma como os outros ingredientes, foi armazenado em local convenientemente limpo e seco.

A ração completa foi fornecida diariamente pela manhã em uma única refeição. A quantidade de alimento fornecido foi calculada para proporcionar aproximadamente 5 a 10% de sobras na matéria original.

Semanalmente, procedeu-se a análise da matéria seca da cana-de-açúcar com o objetivo de se ajustar as suas

proporções na base da matéria natural na ração.

3.4) Período Experimental

O período experimental teve a duração de 115 dias, sendo 4 períodos de 25 dias e 15 dias de condicionamento dos animais ao local do experimento, antes do início do primeiro período.

Durante os primeiros 14 dias de cada período, os animais recebiam as rações experimentais (período de adaptação), e nos últimos 11 dias procediam-se as coletas de conteúdo ruminal, fezes e urina (período de coleta). As coletas do conteúdo ruminal para determinação de pH, AGV, N-NH₃ e protozoários, foram feitas nos dois primeiros dias do período de coleta, e no terceiro e quarto dia foram feitas coletas para determinação da taxa de passagem da fase líquida do rúmen.

Para determinação da digestibilidade das dietas e o balanço de nitrogênio, do terceiro ao nono dia do período de coleta, foram coletados amostras das rações e sobras de cada tratamento, e, a partir do quinto até décimo primeiro dia, foram coletados fezes e urina dos animais.

3.5) Análises efetuadas

3.5.1) Rações, fezes e urina

Diariamente, a partir do terceiro até o nono dia do período de coleta, procederam-se as coletas de

amostras de ração e sobras de cada tratamento. Ao final desse período, as amostras coletadas de cada tratamento eram homogeneizadas e se retiravam uma alíquota, de aproximadamente 300 gramas para análise posterior.

As fezes dos animais de cada tratamento foram coletadas diariamente, a partir do quinto ao décimo primeiro dia de cada período de coleta, com o auxílio de uma caixa, revestida de lona plástica, colocada sobre o piso, na região posterior do animal. Ao final de cada dia, após a homogeneização do total excretado, se retirava uma alíquota representando 5% do total excretado, e ao final de cada período, se homogeneizavam as amostras coletadas de cada tratamento para a retirada de uma amostra composta, representando aquele tratamento, naquele período.

A urina de todos animais, em cada período, foi amostrada do quinto ao décimo primeiro dia, com o auxílio de sonda vesical conectada, através de um tubo plástico, a um galão plástico. Para impedir a fermentação e perda de amônia, adicionava-se ácido clorídrico (50%) ao galão plástico em quantidade suficiente para impedir o aumento do pH acima de 4. Ao final de cada dia, após vigorosa agitação dos galões, coletava-se uma amostra representando 2% do total excretado, e ao final de cada período, homogeneizavam-se todas as amostras de cada tratamento para a retirada de uma amostra composta representando cada tratamento.

Após a coleta, todas as amostras coletadas, foram conservadas à -18°C até a homogeização e/ou análise.

As amostras de ração fornecida e sobras foram analisadas para matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral segundo as metodologias da AOAC (1975). Fibra detergente e fibra detergente ácido foram analisadas de acordo com GOERING & VAN SOEST (1970).

As fezes foram analisadas para as mesmas determinações e através das mesmas metodologias que a ração, com exceção da metodologia para a determinação da sua fração lipídica, a qual foi determinada através da sua extração com uma solução de 90% de éter de petróleo e 10% de ácido acético.

Na urina determinou-se apenas a sua concentração em nitrogênio, a partir da metodologia da AOAC (1975).

A estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT) dos ingredientes das dietas foi feita com base na sua análise química, de acordo com KEARL (1982).

A determinação do NDT das dietas foi feita com base na metodologia descrita por VAN SOEST & FOX (1992) de acordo com a seguinte equação: $NDT (\%) = \text{Matéria Orgânica Digestível (\% da MS)} + 1,25 \text{ Extrato Etéreo Digestível (\% da MS)}$. A energia digestível (ED) das dietas foi estimada a partir do NDT, de acordo com CRAMPTON et alii (1957) e SWIFT (1957), citados pelo NRC (1989) conforme a seguinte fórmula: $ED (\text{Mcal/Kg de MS}) = 0,04409 \times NDT (\%)$.

3.5.2) Parâmetros ruminais

A coleta do conteúdo ruminal (nos 2 primeiros dias do período de coleta) foi executada após rigorosa homogeneização de todo o conteúdo ruminal, objetivando a retirada de uma amostra representativa do todo o órgão. Retirava-se aproximadamente 3 kg do conteúdo ruminal, o qual era transferido a um recipiente plástico amplo que possibilitava uma homogeneização, após a qual retirava-se a alíquota desejada e o restante era devolvido ao rúmen. Inicialmente retirava-se uma amostra do conteúdo ruminal para determinação do número de protozoários, e em seguida filtrava-se a digesta através de 4 camadas de um pano de algodão (fraldas) até se obter um volume de aproximadamente 300 mililitros de fluido ruminal.

As amostras de fluido ruminal para a determinação de pH, nitrogênio amoniacal e ácidos graxos voláteis foram tomadas antes (0 hora), 1, 2, 4 e 8 horas após o fornecimento da ração e durante 2 dias consecutivos. Na análise estatística foi usado o valor médio dos 2 dias coletados em cada período, referente a cada parâmetro analisado.

3.5.2.1) pH

Para a determinação do pH do fluido ruminal, foram transferidos, imediatamente após a coleta, aproximadamente 80 mililitros de fluido para um Bécker com capacidade para 100 mililitros, onde executou-se a leitura

direta em potenciômetro da marca Digimed, modelo TE 902.

3.5.2.2) Nitrogênio amoniacal

Foram transferidos 2 mililitros do filtrado ruminal para plásticos de centrífuga contendo 1 mililitro de tungstato de sódio a 10% e 1 mililitro de ácido sulfúrico 1 N resfriado. Em seguida, os tubos eram centrifugados por 20 minutos à 3000 x G, o sobrenadante era então separado e armazenado à -18°C em recipientes de vidro com tampas plásticas.

As determinações das concentrações foram feitas, em duplicata, através da metodologia descrita por WEATHERBURN (1967) que emprega como princípio a reação colorimétrica entre o fenol e o hipoclorito.

Para as leituras foi utilizado o espectrofotômetro da marca Coleman modelo 295 trabalhando com o comprimento de onda de 630 nanômetros e soluções de referência contendo 0, 5, 10, 15, 20 e 30 miligramas de amônia por decilitro.

3.5.2.3) Ácidos graxos voláteis

Tomou-se aproximadamente 50 mililitros do filtrado que foram transferidos para tubos de centrífuga e submetidos a centrifugação por 20 minutos a 3000 x G. Posteriormente, tomou-se 2 mililitros do sobrenadante, adicionado de 0,4 mililitros de ácido fórmico P.A. e adicionou-se a um frasco de vidro com tampa plástica, os

quais foram armazenados à -18 graus centígrados até a leitura.

As determinações qualitativas e quantitativas foram feitas em cromatógrafo a gás marca CG modelo 37 D, conforme a metodologia descrita por ERWIN et alii (1961).

A coluna foi empacotada com Carbowax e as leituras feitas em detector de ionização de chama. O nitrogênio foi usado como gás de arraste, o oxigênio como comburente e o hidrogênio como combustível nas vazões de 30, 400 e 40 mililitros por minuto, respectivamente. Trabalhou-se nas temperaturas de 195, 120 e 205 graus centígrados para o vaporizador, coluna e detector no cromatógrafo, respectivamente.

A solução de referência utilizada continha uma concentração de 8,71 milimoles de ácidos graxos voláteis (AGV) por decilitro, e proporções de 63,5; 21,0; 0,5; 9,0; 1,5; 1,5 e 3% dos ácidos acético, propiônico, isobutírico, butírico, 2 metil-butírico, isovalérico e valérico, respectivamente.

As amostras e as soluções de referência foram injetadas na dose de 1 microlitro, em duplicata, sendo que após a injeção de cada 5 amostras repetia-se a injeção da solução de referência.

As leituras foram feitas com o auxílio de um microcomputador conectado ao cromatógrafo, utilizando-se um programa que, baseado nas soluções de referência, realizava os cálculos das concentrações molares obtidas nas amostras.

3.5.2.4) Taxa de passagem da fase líquida e volume ruminal

A taxa de passagem da fase líquida do rúmen foi determinada usando-se uma solução de cromo-EDTA preparada de acordo com BINNERTS *et alii* (1968).

Através da cânula ruminal foi introduzido, com o auxílio de um funil acoplado a um tubo de borracha, 1 litro de solução de cromo-EDTA contendo 2,771 gramas de cromo. As amostras de fluido ruminal foram coletadas após a homogeneização do conteúdo ruminal antes e 1, 3, 6, 12, 18, 26, 36 e 48 horas após a colocação do marcador.

Em cada um desses horários tomou-se 50 mililitros de fluido ruminal e centrifugou-se à 3000 G durante 20 minutos. A seguir colocou-se o sobrenadante em um frasco de vidro com tampa plástica e armazenou-se em temperatura de -18°C .

Os trabalhos laboratoriais para a determinação da concentração de cromo no fluido ruminal foram realizados no Laboratório de Química Analítica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA).

Inicialmente procedeu-se a sua digestão nítrica, para o qual se utilizou 10 mililitros do fluido em um tubo de 50 ml, ao qual foi adicionado 10 mililitros de ácido nítrico P.A. para digestão à 160 graus centígrados. Posteriormente se procedeu a diluição com ácido clorídrico 2N até completar um volume de 50 mililitros em balão volumétrico.

As leituras foram executadas em duplicata, no

extrato diluído, em espectrofotômetro de absorção atômica de marca Perkin Elmer modelo 306.

As soluções de referência, contendo de 0 a 5 miligramas de cromo por litro, foram preparadas em ácido clorídrico 2N, a partir de uma solução estoque de 1000 miligramas de Cr^{3+} por litro ($\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Tomou-se essa precaução, uma vez que o estado de valência do cromo afeta a via de atomização do cromo em chama ar-acetileno. Além disso, observou-se que após a digestão do fluido ruminal o cromo apresentava-se neste estado de valência.

A taxa de diluição e o volume ruminal foram determinados a partir de uma regressão linear das concentrações logarítmicas decrescentes de cromo no fluido ruminal em cada horário, como se segue:

a) taxa de diluição em percentagem por hora (TD/h)

$$\text{TD/h} = \text{coeficiente angular da reta} * 100$$

b) taxa de renovação em horas (TR/h)

$$\text{TR/h} = \text{o inverso do coeficiente angular da reta}$$

c) taxa de renovação em dias (TR/dia)

$$\text{TR/dia} = \text{TR/h dividido por 24 horas}$$

d) volume ruminal (VR)

$$\text{VR} = \frac{2771 \text{ miligramas}}{\text{concentração de cromo em miligramas por litro estimada no tempo zero pela equação.}}$$

3.5.2.5) Protozoários

Para a determinação do número de protozoários

foram coletadas amostras de 25 mililitros de conteúdo ruminal antes (hora zero), 1 e 4 horas após as refeições, durante dois dias.

As amostras foram coletadas em um Becker e, imediatamente após, misturou-se com igual quantidade de formalina a 50% (diluição de formalina comercial a 37%), o que foi preservado em frascos de vidro, vedados convenientemente com lâmina e tampa plástica, armazenados em temperatura ambiente.

Foram determinados o número de protozoários das famílias *Ophryoscolecidae* e *Isotrichidae*, através da microscopia ótica, usando-se a câmara de Sedgwick - Rafter, coradas pelo verde brilhante e diluídas em glicerol 30%, de acordo com a metodologia de DEHORITY (1991).

A soma do número de protozoários das duas famílias foi considerado como sendo o total por mililitro de conteúdo ruminal.

As leituras foram feitas em duplicatas e o número total de protozoários no rúmen foi calculado através da multiplicação do obtido por mililitro pelo volume do rúmen, estimado através das equações relativas a taxa de passagem da fase líquida.

Na análise estatística foi considerado o valor médio obtido nos dois dias de coleta de cada período.

3.6) Delineamento estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi o

Quadrado Latino, sendo que cada animal foi designado a um tratamento dentro de cada período, conforme demonstra a Tabela 02.

Tabela 02 - Distribuição dos animais nos 4 tratamentos, dentro de cada período experimental.

PERIODOS	VACAS			
	V1	V2	V3	V4
P1	T3	T2	T1	T0
P2	T0	T3	T2	T1
P3	T1	T0	T3	T2
P4	T2	T1	T0	T3

T0, T1, T2 e T3 = tratamento 0, 1, 2 e 3, respectivamente
V1, V2, V3 e V4 = vacas número 1, 2, 3 e 4, respectivamente

A análise estatística dos dados referentes ao consumo, digestibilidade aparente das dietas, balanço de nitrogênio, taxa de passagem e tempo de renovação da fase líquida do rúmen, foi feita de acordo com o modelo para Quadrado Latino descrito por GOMES (1977), apresentado na Tabela 03.

Tabela 03 - Esquema para análise de variância dos dados¹.

Causas de variação	graus de liberdade
Tratamentos	3
Períodos	3
Animais	3
Resíduo	6
Total	15

1 = referentes a consumo de alimentos, digestibilidade aparente das dietas, balanço de nitrogênio, taxa de passagem e tempo de renovação da fase líquida do rúmen.

Os dados referentes aos parâmetros ruminais, como ácidos graxos voláteis, nitrogênio amoniacal e pH foram analisados estatisticamente dentro de um esquema de parcelas subdivididas, conforme GILL (1986), com o quadro de análise de variância descrito na Tabela 04.

Tabela 04 - Esquema para análise da variância dos dados¹.

causas de variação	graus de liberdade
Tratamentos	3
Períodos	3
Animais	3
Resíduo (A)	6
Parcelas	15
Horas	4
Tratamentos * Horas	12
Resíduo (B)	48
Sub-parcelas	79

1 = referentes a ácidos graxos voláteis, nitrogênio amoniacal e pH ruminal.

Para a análise estatística dos resultados de contagem dos protozoários ruminais, adotou-se o quadro de análise de variância descrito na Tabela 05.

Como os diferentes tratamentos se constituem em diferentes níveis de um mesmo fator (fator quantitativo), realizou-se a análise de regressão dos parâmetros que apresentaram diferença significativa na análise de variância.

As análises estatísticas foram realizadas através do Sistema de Análise Estatística (Sanest) do Centro de Informática na Agricultura da ESALQ - USP.

Tabela 05 - Esquema para análise de variância dos dados¹.

causas de variação	graus de liberdade
Tratamentos	3
Períodos	3
Animais	3
Resíduo (A)	6
Parcelas	15
Horas	2
Tratamentos * Horas	6
Resíduo (B)	24
Sub-parcelas	47

1 = referentes a contagem de protozoários ruminais.

4) RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1) Peso vivo dos animais

Os dados referentes a variação do peso vivo das vacas é mostrado na Tabela 06.

Tabela 06 - Peso vivo dos animais nos diferentes períodos experimentais (Kg).

PERÍODO	VACA1	VACA2	VACA3	VACA4
Início P1	524	475	592	701
Final P1	529	478	600	705
Final P2	543	487	615	713
Final P3	582	513	628	737
Final P4	591	518	634	738

P1, P2, P3, P4 = Período 1, 2, 3 e 4, respectivamente

Observa-se que houve um aumento no peso vivo das vacas no decorrer do experimento, totalizando um ganho de 67, 43, 42 e 37 kg para as vacas 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

O aumento do peso das vacas 2, 3 e 4 pode ser atribuído a mudança de seu manejo para o confinamento estrito e ao desenvolvimento do seu processo gestacional. A vaca 1 se

destacou das demais, no decorrer de todo o período experimental, pelo seu grande apetite.

4.2) Composição bromatológica das dietas experimentais

Os resultados médios das análises bromatológicas das dietas experimentais e dos ingredientes que a compuseram são mostrados na Tabela 07 e 15, respectivamente; e a composição individual das dietas na Tabela 16.

Tabela 07 - Composição bromatológica média percentual das dietas experimentais.

Parâmetros ¹	TRATAMENTOS			
	T0	T1	T2	T3
MS, %	37,07	36,73	38,08	38,42
MM, % na MS	5,50	5,21	5,24	5,16
MO, % na MS	94,50	94,79	94,76	94,84
PB, % na MS	11,93	11,57	12,09	12,18
EE, % na MS	0,51	2,65	4,74	6,74
FDN, % na MS	54,72	52,85	49,73	47,46
FDA, % na MS	36,44	34,90	32,78	33,00

1 = MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; NDT = nutrientes digestíveis totais.

A cana-de-açúcar utilizada apresentou, em média, 48,24% da matéria seca constituída de parede celular.

Segundo BANDA & VALDEZ (1976) e PATE (1977), citado por PRESTON (1977) a cana-de-açúcar tem seus teores de parede celular (FDN) diminuídos com a idade. Assim, considerando que a cana-de-açúcar utilizada tinha idade superior a 12 meses e estava em estágio vegetativo de maior concentração de açúcares (setembro - dezembro), pode-se concluir que os teores de FDN observados no presente trabalho são semelhantes aos obtidos por PATE & COLEMAN (1975) citados por GOODING (1982) que observaram 52,70% de FDN na matéria seca de cana-de-açúcar de 10 meses de idade.

O teor de extrato etéreo observado na semente de algodão (22,64%, na Tabela 15) é superior aos 20,0% descrito pelo NRC (1989) e inferior aos 24,1% descrito por McDOWELL et alii (1974) na Tabela Latino-americana de Composição de Alimentos.

O NDT da semente de algodão, estimado através da equação de KEARL (1982), foi de 77,6% (Tabela 15), valor inferior aos 96,0% encontrado no NRC (1989), porém bastante semelhante aos 76,6% descrito por McDOWELL et alii (1974).

O extrato etéreo foi o componente das dietas que apresentou maior variação de teor entre os diferentes tratamentos, indo da sua quase isenção, no tratamento T0, até níveis situados entre 6 e 8% da matéria seca da dieta, no tratamento T3; nos quais é possível, em dietas com os ingredientes normalmente utilizados para vacas em lactação, obter-se 16% da energia metabolizável proveniente de ácidos graxos de cadeia longa, conforme o recomendado por KRONFELD

et alii (1976), citados por CHALUPA *et alii* (1986).

Os teores de fibra em FDN e FDA das dietas tenderam a ser maiores nos tratamentos em que se aumentou a participação do farelo de algodão, devido a adição de casca de algodão ao farelo, até obter-se o mesmo teor proteico da semente de algodão, com o objetivo de ter-se a mesma proporção de concentrado e volumoso em todos os tratamentos.

Os resultados obtidos através da análise das amostras das rações, são coerentes com os resultados previstos através da análise individual dos seus ingredientes.

4.3) Consumo de matéria seca e energia

Os resultados médios por tratamento e individuais por animal, de consumo de matéria seca e energia encontram-se nas Tabelas 08 e 14, respectivamente, e são ilustrados através da Figura 1.

Através da Tabela 08 podemos observar que tanto o consumo expresso em percentagem do peso vivo, como em gramas de matéria seca por quilograma de peso metabólico, diferiram significativamente ($P < 0,01$), com um efeito quadrático significativo ($P < 0,01$) do tratamento, sendo que o maior consumo observado foi com o nível de 10% de semente de algodão na dieta (tratamento T1), e o estimado através da equação de regressão foi com 7% de semente de algodão na dieta.

Tabela 08 - Resultados médios de consumo de matéria seca, energia, coeficientes de digestibilidade aparente "in vivo" das diferentes frações da matéria seca e nutrientes digestíveis totais das dietas experimentais.

	TRATAMENTOS				CV(%) ¹	P<F ²
	T0	T1	T2	T3		
Consumo MS (g/dia/kg PV ^{0,75})	101,38	104,36	94,54	70,93	5,62	0,0008 ³
Consumo MS (% PV)	2,06	2,10	1,91	1,44	5,84	0,0009 ⁴
Consumo NDT (kg/cab/dia)	7,66	8,33	8,16	5,96	3,78	0,0003 ⁵
Consumo ED (Kcal/Kg ^{0,75})	280,56	299,39	293,44	217,11	4,88	0,0009 ⁶
Coeficientes de Digestibilidade ⁷						
M.S.	65,42	64,79	67,89	64,80	2,77	0,147
M.O.	66,39	65,81	69,00	65,95	2,73	0,139
P.B.	70,29	67,16	70,32	73,31	5,03	0,213
E.E.	6,24	79,91	83,14	78,53	13,97	0,002 ⁸
FDA	42,08	39,66	44,29	39,45	8,60	0,274
FDN	47,73	45,81	49,24	40,57	8,26	0,070 ⁹
NDT, % na MS	62,85	65,06	70,44	69,64	2,67	0,003 ¹⁰

1 = coeficiente de variação

2 = probabilidade no teste de F para tratamento

3 = efeito quadrático significativo (P=0,0027; r²=0,99)

4 = efeito quadrático significativo (P=0,0038; r²=0,99)

5 = efeito quadrático significativo (P=0,0002; r²=0,98)

6 = efeito quadrático significativo (P=0,0007; r²=0,97)

7 = abreviações ver tabela 7

8 = efeito quadrático significativo (P=0,0003; r²=0,95)

9 = efeito quadrático (P=0,123; r²=0,65)

10 = efeito linear significativo (P=0,001; r²=0,83)

Figura 1 - Variações no consumo de matéria seca e nutrientes digestíveis totais em função dos diferentes tratamentos.

Os valores expressos em porcentagem do peso vivo no T0 e T1, são semelhantes aos obtidos por ALLEONI (1988), que estudando dietas compostas, em média, de 81,35% de cana-de-açúcar e com diferentes tipos de suplementos, obteve 2,27% do

peso vivo de bovinos de consumo de matéria seca.

FIGUEIREDO (1990) quando utilizou dietas compostas de 70% de cana-de-açúcar suplementada com dois tipos de concentrados, obteve, em média, um consumo de 1,96% de peso vivo de bovinos de consumo de matéria seca.

ALVAREZ & PRESTON (1976), fornecendo, a bovinos, cana-de-açúcar suplementada com minerais, uréia, melaço e polidura de arroz, o qual representava de 17 a 26% da matéria seca da dieta total, obtiveram consumo médio 2,39% do peso vivo de matéria seca.

MONTPELLIER & PRESTON (1977), fornecendo a bovinos cana-de-açúcar integral suplementada apenas com uréia e melaço obtiveram consumo de matéria seca de 2,31% do peso vivo.

Os parâmetros referentes a avaliação do consumo de energia (NDT e energia digestível) também sofreram efeitos significativos ($P < 0,01$) do tratamento, com um efeito quadrático significativo ($P < 0,01$) em regressões que explicam 97% ou mais dos seus efeitos sobre estes parâmetros.

Na Figura 1, na qual se manteve a proporcionalidade entre os valores de consumo de matéria seca (MS) e energia digestível (ED) nos eixos dos Y do gráfico, pode-se observar que a substituição do farelo pela semente de algodão possibilitou o aumento de consumo de ED por unidade de MS consumida, porém diminuindo esta diferença a partir de 20% de semente de algodão na dieta.

Através da equação de regressão o consumo máximo estimado de NDT (7,91 kg/cab/dia) foi obtido com 10,6% de semente de algodão na dieta.

No tratamento T3 verificou-se uma diminuição mais acentuada do consumo de energia quando comparado com os tratamentos T0 e T2, sendo o consumo médio de NDT/cab/dia e ED (Kcal/dia/Kg $PV^{0.75}$), naquele tratamento (T3), 28 e 27%, respectivamente, menor que no tratamento T1, no qual se observou o maior consumo de energia.

Os valores de consumo de energia digestível observados são superiores a média dos valores obtidos por ALLEONI (1988) em ensaio de ganho de peso com bovinos machos de peso vivo médio de 275 kg, fornecendo dietas compostas em média de 81,35% de cana-de-açúcar na matéria seca, obteve consumo médio de 219,71 Kcal/dia/kg^{0,75}.

COPPOCK *et alii* (1985), fornecendo para 31 vacas em lactação dietas que continham de 0 a 30% de semente de algodão, observaram uma diminuição linear no consumo de matéria seca pelos animais a medida que aumentou os teores de semente de algodão na dieta. Porém, devido a maior densidade energética das dietas com maiores teores de semente de algodão, concluíram que não ocorreu efeito significativo no consumo de energia líquida para lactação por unidade de peso dos animais.

Mais tarde, COPPOCK *et alii* (1987), revisando 18 trabalhos de pesquisa com semente de algodão, verificaram que o fornecimento de semente de algodão até o nível de 25%

da matéria seca da dieta não exerceu diferença significativa sobre o consumo de matéria seca da dieta, e concluíram que, até o fornecimento de semente de algodão até esse nível resultou em um aumento do consumo de energia líquida dos animais.

O tratamento no qual se verificou maior consumo de matéria seca (T1) coincide com aquele no qual ocorreu uma maior taxa de passagem da fase líquida do rúmen, conforme demonstra a Tabela 10. Segundo PRESTON & LENG (1980), o consumo de matéria seca das dietas baseadas em cana-de-açúcar é determinado pelo nível de nutrientes sobrepassantes no rúmen, particularmente proteínas, que por sua vez é afetado pela taxa de passagem de fluídos e partículas do rúmen (BULL et alii, 1979), o que poderia explicar o maior consumo nesse tratamento.

4.4) Digestibilidade aparente das dietas

Os resultados médios por tratamento e individuais por animal, de digestibilidade aparente das dietas estão nas Tabelas 08 e 18, respectivamente.

Através da Tabela 08 pode-se observar que ocorreu diferença altamente significativa ($P=0,0002$) apenas para a digestibilidade da fração de extrato etéreo. As frações de matéria seca, matéria orgânica e de FDN, demonstraram apenas uma tendência ($P>0,07$) de um efeito quadrático do tratamento, sendo a maior digestibilidade observada no tratamento T2.

Os resultados de digestibilidade da matéria seca obtidos são semelhantes aos encontrados por MONTPELLIER & PRESTON (1977) que forneceram apenas cana-de-açúcar adicionada de uréia e obtiveram 60,3% de digestibilidade, ou ALLEONI (1988) que, fornecendo dietas com 81,35% de cana-de-açúcar, em média, obteve uma digestibilidade média de 61,7%. da matéria seca.

Os resultados obtidos confirmam as conclusões de COPPOCK *et alii* (1987) de que o fornecimento de semente de algodão até o nível de 30% da dieta não resulta na diminuição da digestibilidade de sua porção fibrosa, o qual seria devido, principalmente, a lenta liberação dos lipídios no rúmen, através da ruminação, o qual estaria dentro da capacidade de biohidrogenação dos microrganismos ruminais (COPPOCK & WILKS, 1991).

Outra possível explicação para o fato de não ter havido diferença significativa na digestibilidade da porção fibrosa da dieta com os diferentes teores de extrato etéreo na dieta, pode ser o fato de se ter adicionado calcário calcítico na proporção de 1% da matéria seca da dieta. Assim, possivelmente, sabões de ácidos graxos e cálcio, teriam passado inérgos pelo rúmen, sem causar efeitos deletéricos aos microrganismos ruminais (PALMQUIST & JENKINS, 1980).

A tendência de uma maior digestibilidade da matéria seca e, especialmente da parede celular (FDN), no tratamento T2 poderia ser explicada, também, pelos resultados

obtidos por CLÍMACO (1992) que, trabalhando com essas mesmas dietas e animais, encontrou efeito quadrático significativo do tratamento sobre a população de bactérias ($P=0,019$) e fungos ($P=0,017$), sendo a população de bactérias, expressa em logarítmo da média populacional por mililitro de conteúdo ruminal, de 8,04; 8,36; 9,33 e 8,85; e fungos de 4,19; 4,18; 6,28 e 3,02, nos tratamentos T0, T1, T2 e T3, respectivamente. Assim, a maior concentração de bactérias e fungos no fluido ruminal dos animais no tratamento T2 pode ser responsável pela tendência de maior digestão daquelas frações neste tratamento.

Em vista da menor concentração de bactérias, fungos (CLÍMACO, 1992) e protozoários (Tabela 13) no fluido ruminal dos animais no tratamento T3, era de se esperar uma menor digestibilidade da dieta deste tratamento.

IKWUEGBU & SUTTON (1982), fornecendo para ovinos uma dieta básica composta de 200 gramas de feno e 400 gramas de concentrado e acrescentando níveis crescentes de óleo de linhaça livre, verificaram uma redução linear significativa da digestibilidade da matéria orgânica da dieta, em virtude, principalmente de uma redução da digestibilidade de ADF no rúmen, o qual foi atribuído, pelos autores, a redução do número de protozoários ruminais. Verificou-se, também, que esta fração passou a ser digerida em maior proporção em sítios diferentes do rúmen (cecum, provavelmente), minimizando os efeitos da redução da digestibilidade ruminal sobre a digestibilidade total da dieta.

USHIDA et alii (1991), revisando vários trabalhos, concluíram que o comportamento da digestibilidade da fibra com a defaunação está na dependência do tempo de retenção do alimento no rúmen. Em sua revisão observaram que a digestibilidade a matéria orgânica de dietas baseadas em forragem em animais defaunados representou apenas 48% da obtida em animais faunados quando o volume ruminal e a taxa de passagem representaram, respectivamente, 86 e 169% do obtido nos animais faunados. Quando o volume ruminal foi acima de 100% e a taxa de passagem menor que 100% do obtido nos animais faunados, a digestibilidade foi de 90 a 100% do obtido nestes animais. Assim, no presente trabalho, o maior tempo de retenção da fração líquida ruminal obtido no tratamento T3, conforme demonstra a Tabela 10, pode ter contribuído para que este tratamento tivesse uma digestibilidade da dieta semelhante a obtida nos tratamentos nos quais a população microbiana era maior.

MACZULAK et alii (1981), estudando os efeitos de diferentes ácidos graxos no crescimento de algumas cepas de bactérias ruminais em cultura laboratorial, verificaram que a adição do ácido oleico ao meio de cultura levou a um aumento da fase "lag", e/ou redução da taxa e do crescimento total das bactérias gram positivas ou gram variáveis e com atividade celulolítica, enquanto as bactérias gram negativas e com atividade amilolítica apresentaram maior crescimento, quando comparado com resultados obtidos nos meios de cultura isentos de ácidos graxos. Estes resultados permitem explicar

a redução da digestibilidade de ADF e NDF com o fornecimento de lipídios insaturados que possuem alta taxa de hidrólise no rúmen, uma vez que são os ácidos graxos livres que exercem efeitos tóxicos sobre estes microorganismos.

A digestibilidade do extrato etéreo diferiu significativamente ($P=0,002$) entre os tratamentos, e apresentou um efeito quadrático significativo ($P=0,0003$) para os diferentes níveis de semente de algodão. Através da equação de regressão obtida, a digestibilidade máxima estimada (92,58%) seria obtida com 20,62% de semente de algodão na dieta.

Com teores menores de extrato etéreo na dieta é esperado que a participação da fração endógena deste nas fezes seja maior (COPPOCK *et alii*, 1987; PALMQUIST, 1991), levando assim a uma menor digestibilidade aparente dessa fração. Porém quando se subtrai a fração endógena, PALMQUIST (1991) concluiu que a digestibilidade verdadeira do extrato etéreo diminui linearmente com o aumento do teor de lipídios na dieta, em virtude dos limites da capacidade absorptiva dos bovinos.

No presente trabalho, a fração endógena, estimada de acordo com PALMQUIST (1991), foi de 33,81 gramas/animal/dia, conforme demonstra a Figura 2. Porém, mesmo após a sua subtração da fração lipídica fecal, o aumento do teor de extrato etéreo das dietas, através do aumento dos teores de semente de algodão, manteve um efeito

Figura 2 - Estimativa da fração lipídica endógena dos animais dos 4 tratamentos.

quadrático sobre a digestibilidade verdadeira estimada do extrato etéreo.

Os baixos teores de extrato etéreo no tratamento T0 podem ter contribuído para que pequenos erros analíticos tivessem grande significado nos resultados finais

e, assim, explicar a baixa digestibilidade verdadeira estimada da dieta do tratamento T0.

Os efeitos obtidos através do fornecimento de semente de algodão sobre a digestibilidade de lipídios são semelhantes aos encontrados por COPPOCK *et alii* (1985) e HORNER *et alii* (1988) com bovinos, que obtiveram aumento da digestibilidade de lipídios com o aumento dos teores de semente de algodão na dieta total.

MOORE *et alii* (1986), fornecendo para bovinos dietas com 61,8% de palha de trigo, 6% de melaço e 30% de semente de algodão na matéria natural (6,3% de lipídios na matéria seca), obtiveram aumento da digestibilidade de lipídios e proteínas e diminuição da digestibilidade da fração de ADF quando compararam com o tratamento testemunha, o qual não continha semente de algodão (2,1% de lipídios na matéria seca). Esses autores concluíram que o nível ótimo de lipídios em dietas baseadas em palha de trigo é de 4% da matéria seca total.

Os teores de NDT das dietas apresentaram efeito significativo ($P=0,003$) do tratamento, conforme demonstra a Tabela 08. Embora se esperasse que com os maiores teores de lipídios na dieta se obtivesse os maiores valores de NDT, este fato não ocorreu, sendo o maior valor de NDT observado no tratamento T2. A maior digestibilidade da matéria orgânica obtida no tratamento T2, superou o acréscimo que os maiores teores de lipídios propiciaram ao NDT no

tratamento T3.

Os valores médios de NDT das dietas, estimados através da metodologia descrita por KEARL (1982), baseado na composição química e proporções de cada ingrediente na dieta, foram de 59,30; 61,61; 63,91 e 66,22%, no tratamento T0, T1, T2 e T3, respectivamente. Esses valores são inferiores aos obtidos através da metodologia utilizada, recomendada por VAN SOEST & FOX (1992). Além disso, apresentam aumento linear conforme aumento dos teores de lipídios da dieta, pois a metodologia não prevê alterações da digestibilidade da matéria orgânica com o aumento dos teores de lipídios na dieta.

4.5) Balanço de nitrogênio

Os dados médios do balanço de nitrogênio por tratamento estão contidos na Tabela 09.

A ingestão de nitrogênio apresentou diferença significativa ($P=0,016$) entre os tratamentos, com um efeito quadrático significativo ($P=0,04$) para o nível de semente de algodão.

Os resultados da ingestão de nitrogênio estão coerentes com os resultados de consumo de alimentos, uma vez que se verificou um maior consumo de alimentos, também no tratamento T1, conforme pode ser observado na Tabela 08.

A quantidade de nitrogênio absorvido, embora não tenha diferido significativamente nos diferentes tratamentos, quando analisada através de uma regressão linear

que explica 75% dos efeitos do tratamento sobre este

Tabela 09 - Resultados médios do balanço de nitrogênio nos tratamentos.

	TRATAMENTOS				CV(%) ¹	P<F ²
	T0	T1	T2	T3		
Nitrogênio (gr/dia/Kg ^{0,75})						
- ingerido	1,88	1,91	1,80	1,37	10,20	0,016 ³
- absorvido	1,32	1,28	1,26	1,01	13,06	0,100 ⁴
- retido	0,43	0,47	0,34	0,25	32,56	0,139 ⁵
Nitrogênio retido						
- % ingerido	22,89	24,36	19,37	18,40	27,37	0,523
- % absorvido	32,58	36,18	27,43	24,89	25,53	0,260 ⁶

1 = coeficiente de variação

2 = probabilidade no teste de F para tratamento

3 = efeito quadrático significativo (P=0,040; r²=0,99)

4 = efeito linear significativo (P=0,03; r²=0,75)

5 = efeito linear significativo (P=0,04; r²=0,78)

6 = efeito quadrático (P=0,11; r²=0,78)

parâmetro, diferiram ao nível de 3% de probabilidade, demonstrando, em termos percentuais, uma perda semelhante através das fezes nos diferentes tratamentos.

A alta variação obtida nos resultados referentes a quantidade de nitrogênio retido, retido como percentagem do absorvido e do ingerido, possivelmente contribuiu para que não se verificasse diferença significativa dos resultados obtidos desses parâmetros nos diferentes tratamentos.

A quantidade de nitrogênio retido, quando analisado através de regressão linear que explica 78% dos efeitos do tratamento sobre este parâmetro, diferiu ao nível de 4% de probabilidade.

Através dos resultados do nitrogênio retido como porcentagem do absorvido, que, embora também não tenha apresentado diferença significativa para tratamento, percebe-se que houve uma tendência de efeito quadrático ($P=0,11$), com um aproveitamento mais eficiente do nitrogênio no tratamento T1, indicando menor perda do nitrogênio absorvido através da urina neste tratamento.

A perda média total de nitrogênio foi de 78,7% do ingerido, enquanto, através da urina se perdeu 69,7% do nitrogênio absorvido, em média. Esta perda pode ser considerada elevada e ser atribuída ao fato dos animais estarem com as suas necessidades nutricionais muito próximas às de manutenção (baixos requerimentos), e 37% do nitrogênio da dieta ser proveniente de nitrogênio não proteico (uréia e sulfato de amônia).

PATE *et alii* (1985), em ensaio de balanço de nitrogênio com bovinos, usando dietas nas quais 70% da matéria seca era proveniente de cana-de-açúcar e uréia/fubá de milho supriam 0, 28, 56% do nitrogênio total em substituição ao farelo de algodão, obtiveram 67,3; 51,6; 58,2% de nitrogênio retido em relação ao absorvido, respectivamente, e, embora as diferenças não fossem significativas, concluíram que o nitrogênio proveniente do

farelo de algodão apresentou tendência a uma melhor utilização pelos animais em relação ao nitrogênio proveniente da uréia.

ALLEONI (1988) , trabalhando com bovinos machos castrados de peso vivo médio de 275 quilogramas, utilizou dietas compostas, em média, de 81,35% de cana-de-açúcar suplementada com diferentes tipos de concentrados, onde a uréia representava de 52,2 a 54,8% do total do nitrogênio fornecido, e obteve, em média, 1,80; 1,26; 0,43; 24% e 34,81% de nitrogênio ingerido, absorvido, retido (expressos em gramas de nitrogênio por quilograma de peso metabólico), retido como porcentagem do ingerido e do absorvido, respectivamente. Pode-se concluir que estes resultados são bastante semelhantes aos obtidos no presente trabalho, principalmente ao dos tratamentos com menores teores de semente de algodão na dieta.

BROSH *et alii* (1989), fornecendo a bovinos de raças de corte européia dietas compostas de 76% de palha de trigo e níveis crescentes de semente de algodão, obtiveram retenção de 87,62 a 82,07% do nitrogênio absorvido, quando forneceram de 12 a 24% de semente de algodão na matéria seca da dieta (suplemento proteico único das dietas), valores bastante superiores aos obtidos no presente trabalho.

IKWUEGBU & SUTTON (1982), fornecendo para ovinos adultos uma dieta básica composta de 200 gramas de feno e 400 gramas de concentrado e acrescentando níveis crescentes de óleo de linhaça livre, observaram aumento de

perda de nitrogênio nas fezes e diminuição da perda através da urina, levando a uma retenção similar entre os diferentes tratamentos, o qual variou de 18 a 27% do nitrogênio ingerido.

4.6) Taxa de passagem e volume ruminal

Os resultados médios da taxa de passagem da fase líquida no rúmen e volume ruminal são demonstrados na Tabela 10 e Figura 3.

Tabela 10 - Taxa de passagem média da fase líquida ruminal e volume ruminal médio em cada tratamento

	TRATAMENTOS				CV(%) ¹	P<F ²
	T0	T1	T2	T3		
TP (%/h) ³	7,25	8,02	7,32	5,99	6,85	0,007 ⁸
TR (horas) ⁴	14,25	12,76	14,07	16,83	8,01	0,014 ⁹
TR (dias) ⁵	0,59	0,53	0,58	0,70	7,98	0,013 ¹⁰
Vol (litros) ⁶	65,61	59,34	64,74	70,64	8,09	0,111 ¹¹
R2 ⁷	0,99	0,99	0,99	0,99	-	-

1 = coeficiente de variação

2 = probabilidade no teste de F para tratamento

3 = taxa de passagem em porcentagem por hora

4 = taxa de renovação em horas

5 = taxa de renovação em dias

6 = volume ruminal em litros

7 = coeficiente de correlação linear médio

8 = efeito quadrático significativo (P=0,005; r²=0,98)

9 = efeito quadrático significativo (P=0,01; r²=0,99)

10 = efeito quadrático significativo (P=0,01; r²=0,99)

11 = efeito quadrático significativo (P=0,058; r²=0,90)

Figura 3 - Variações da taxa de passagem e volume ruminal em função dos diferentes tratamentos

A taxa de passagem e renovação da fase líquida ruminal apresentaram diferença significativa ($P < 0,014$) para tratamento, com um efeito quadrático significativo ($P < 0,01$) para os diferentes níveis de suplementação com semente de algodão.

O volume ruminal, embora não tenha apresentado diferença significativa para tratamento, quando analisado através de uma regressão quadrática que explica 90% dos efeitos do tratamento, apresentou uma diferença significativa ($P=0,058$) para esta causa de variação.

Através das equações de regressão o menor volume ruminal (60,93 litros) e maior taxa de passagem (7,89%/hora) seriam obtidos com teores de 11,6% e 10,7% de semente de algodão na dieta, respectivamente.

A maior taxa da passagem obtida no tratamento T1 pode ser explicada pelo menor volume ruminal e também pelo maior consumo de alimentos (Tabela 08) verificados nesse tratamento.

PRESTON (1977) e LENG (1988) consideram baixa a taxa de renovação ruminal dos animais com dietas de cana-de-açúcar sem adequada suplementação, o qual resulta em uma baixa eficiência de utilização dos açúcares pelos microrganismos ruminais, devido, principalmente, ao aumento das suas exigências de manutenção (Y-ATP), e consideram a este fato como um dos responsáveis pelo baixo desempenho dos animais que consomem essas dietas.

PRIEGO & SUTHERLAND (1977), citados por PRESTON & LENG (1980), obtiveram taxa de renovação ruminal de bovinos, com peso vivo de 300 quilogramas, variando de 0,5 a 0,43 dias quando forneceram dietas de cana-de-açúcar não suplementada e suplementada com até 1,5 quilogramas de polidura de arroz/dia (o qual representava aproximadamente

30% da matéria seca consumida), respectivamente.

FIGUEIREDO (1990) quando forneceu a bovinos dietas compostas de 70% de cana-de-açúcar, 8% de bagaço hidrolisado de cana-de-açúcar, e 22% de concentrado, obteve, em média, 7,55% de taxa de passagem da fase líquida, 0,63 dias de taxa de renovação e 51,16 litros de volume ruminal.

Os efeitos do fornecimento de lipídios sobre a taxa de renovação e volume ruminal de ovinos foram estudados por CZERKAWSKI *et alii* (1975), através do fornecimento de dietas suplementadas com até 90 gramas/animal/dia de óleo de linhaça, e obtiveram taxa de renovação aumentando de 1,01 a 0,85 dias, e o volume ruminal aumentando de 6,6 a 8,3 litros, quando forneceu dieta básica (sem suplementação de lipídios) e suplementada com 90 gramas de lipídios/animal/dia, respectivamente. Após receber o tratamento com dieta de maior teor lipídico, os animais retornaram a dieta básica (sem óleo de linhaça) e após duas semanas nesse tratamento, o volume ruminal foi de 8,2 litros e a taxa de renovação foi de 1,04 dias, demonstrando que duas semanas foram insuficientes para a involução do volume ruminal. Este fato pode também ter ocorrido no presente experimento, devido ao fato das vacas terem recebido o tratamento T0 em seguida ao tratamento T3, e explicaria os efeitos quadráticos obtidos.

IKWUEGBU & SUTTON (1982) observaram um aumento linear significativo do volume líquido ruminal e diminuição linear da taxa de passagem quando forneceram níveis

crescentes de óleo de linhaça livre a ovinos recebendo uma dieta básica composta de 200 de feno e 400 gramas de concentrado. Porém, estes autores utilizaram um período de 24 dias para adaptação dos animais aos tratamentos de cada período experimental, inclusive com inoculação de fluido ruminal proveniente de animais recebendo a dieta básica, para o restabelecimento da população de protozoários.

USHIDA et alii (1991) e VEIRA (1986), revisando vários autores, observaram que tem sido reportado o aumento do volume líquido ruminal e diminuição da taxa de diluição através da defaunação, o que está em concordância com os resultados do presente trabalho, conforme observa-se nas Tabelas 10 e 13.

4.6) pH e nitrogênio amoniacal

Os resultados médios de pH e nitrogênio amoniacal em função dos tratamentos são apresentados na Tabela 11 e Figura 4.

Tabela 11 - Resultados médios de pH e concentrações de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal dos animais nos 4 tratamentos.

	TRATAMENTOS				CV(%) ¹	P<F ²
	T0	T1	T2	T3		
pH	7,06	7,09	7,02	7,50	0,94	0,008 ³
N-NH ₃ (mg/dl)	11,19	10,67	9,60	6,90	10,21	0,076 ⁴

1 = coeficiente de variação

2 = probabilidade no teste de F para tratamento

3 = efeito quadrático significativo (P=0,015; r²=0,86)

4 = efeito linear significativo (P=0,018; r²=0,89)

Figura 4 - Variações do pH e concentração de nitrogênio amoniacal ruminal em função dos tratamentos

Os valores médios de pH diferiram significativamente para o tratamento ($P=0,008$) com um efeito quadrático significativo ($P=0,015$) dos teores de semente de algodão da dieta sobre este parâmetro, enquanto que sobre o

nitrogênio amoniacal o tratamento apresentou efeito linear ($P=0,018$).

Para os valores de ambos parâmetros houve efeito significativo ($P<0,01$) de tempo de amostragem, e para o nitrogênio amoniacal houve também o efeito de uma interação do tratamento e tempo de amostragem ($P<0,01$). As variações do pH e concentração de nitrogênio amoniacal em cada tempo de amostragem estudados são apresentados nas Tabelas 19 e 20 e nas Figuras 6 e 7 (no apêndice), respectivamente.

Os valores de pH obtidos estão acima de 6,0; valor abaixo do qual SLYTER (1986) considera crítico para a atuação dos microrganismos ruminais celulolíticos.

Através da Tabela 19 e Figura 6 (apêndice) pode-se observar que os valores medios do pH dentro de cada tempo de amostragem apresentaram um declíneo da primeira até a 8ª hora após as refeições, sendo que a taxa de declíneo maior se verificou até a 2ª hora após a refeição, e posteriormente tendeu a estabilização. Este efeito também foi obtido por VALDEZ *et alii* (1977), os quais forneceram cana-de-açúcar suplementada com uréia, melaço, minerais e polidura de arroz para bovinos.

Segundo CHURCH (1975), a queda do pH ruminal está relacionado a produção de ácidos graxos voláteis. Os resultados obtidos estão em concordância com esta afirmação, uma vez que a curva dos valores de pH é o inverso da curva dos valores de AGV total, conforme pode-se observar nas Figuras 4 e 5.

Os valores encontrados são semelhantes aos obtidos por FIGUEIREDO (1990), quando forneceu dietas compostas de 70% de cana-de-açúcar e obteve pH com valores médios de 6,87; e FUKUSHIMA (1986), quando forneceu, para ovinos, dietas compostas de 94% de cana-de-açúcar na base da matéria natural e encontrou valores médios de pH variando de 7,07 a 6,89.

TAMMINGA *et alii* (1983) atribuíram os maiores valores (embora não significativos) de pH ruminal obtidos à diminuição da concentração de AGV, quando suplementaram vacas com dois terços de um concentrado contendo 12% de lipídios e compararam com tratamento no qual o concentrado continha 7% de lipídios.

Embora os resultados de concentração de amônia no fluido ruminal não tenham apresentado diferença significativa entre os tratamentos, através da análise de regressão linear que explica 89% dos efeitos dos tratamentos sobre este parâmetro, os resultados diferiram significativamente ao nível de 1,8% de probabilidade, demonstrando declínio da sua concentração com o aumento dos teores de semente de algodão na dieta.

A Figura 8 (apêndice) demonstra que o pico de concentração de amônia, em todos os tratamentos, ocorreu entre a primeira até a 2ª hora após as refeições, com posterior declínio devido a sua eliminação através da utilização dos microrganismos, absorção pela parede ruminal e transporte com a digesta.

Os níveis médios dentro de cada horário de coleta e tratamento se situaram durante quase todo o tempo acima de 5 mg/100 ml, considerado por SATTER & SLYTER (1974) como o mínimo necessário para o máximo crescimento microbiano e degradação da fibra no rúmen. Apenas nas horas 0 e 8 após as refeições que as concentrações de alguns tratamentos estiveram abaixo desse valor, conforme demonstra a Tabela 20 (apêndice).

Segundo SMITH (1975), citado por BOIN (1984), a absorção da amônia se faz de forma passiva, isto é, no sentido de uma concentração fisiológica menor, na sua forma não ionizada NH_3 . Considerando-se o pH médio do fluido ruminal nos diferentes tratamentos e utilizando-se a fórmula sugerida por VISEK (1984) para determinação da proporção de amônia na forma não ionizada, pode-se concluir que, em média, 1,08; 1,17; 1,00 e 2,93% da amônia ruminal dos animais do tratamento T0; T1; T2 e T3, respectivamente, se encontrava na forma não ionizada. Esses resultados, aliados aos resultados observados sobre a taxa de renovação ruminal (Tabela 10), nos quais a menor taxa propiciaria a uma maior absorção da amônia, poderiam contribuir para a explicação dos resultados quadráticos observados na concentração da amônia ruminal.

Segundo vários autores revisados por VEIRA (1986) e USHIDA *et alii* (1991), um baixo nível de amônia é sempre observado em animais defaunados, sugerindo que estes são ativos na proteólise ruminal. No presente trabalho, a diminuição da concentração de amônia no fluido ruminal também

acompanhou a diminuição do número total de protozoários ruminais, conforme pode ser observado na Tabela 13 e Figura 6.

CZERKAWSKI *et alii* (1975), fornecendo a ovinos dietas compostas de 62% de feno, palha de gramíneas desidratadas e adicionando níveis crescentes de óleo de linhaça até 90 gramas/dia, também obtiveram diminuição da concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal. Estes autores, utilizaram delineamento nos qual os animais, após receber o tratamento controle (sem óleo de linhaça), recebiam tratamentos com níveis crescentes deste suplemento, e, após receber tratamento de maior teor de óleo de linhaça, retornavam ao tratamento controle (sem óleo de linhaça). Na segunda semana desse tratamento (controle final) a concentração de amônia no fluido ruminal se elevou a níveis 47% acima do obtido no tratamento controle inicial do experimento, demonstrando que este período de adaptação foi insuficiente para o retorno da atividade ruminal às condições iniciais do experimento.

4.7) Ácidos graxos voláteis

Os resultados médios referentes aos ácidos graxos voláteis são mostrados na Tabela 12 e Figura 5, e os resultados médios da concentração individual de cada ácido graxo em cada tempo de amostragem estudado são apresentados nas Tabelas 21, 22 e 23, e figuras 8, 9 e 10 (apêndice).

Tabela 12 - Resultados médios das concentrações, porcentagens e relação molar de ácidos graxos voláteis do fluido ruminal nos 4 tratamentos.

	TRATAMENTOS				CV(%) ¹	P<F ²
	T0	T1	T2	T3		
Acético ³	4,91	5,33	4,89	4,00	3,89	0,012 ¹⁰
Propiônico	1,62	1,90	1,55	1,23	10,22	0,118 ¹¹
Butírico	0,91	0,75	0,63	0,49	25,93	0,539 ¹²
AGV total ⁴	7,44	7,93	7,07	5,71	4,17	0,009 ¹³
Ace:Prop ⁵	3,50	3,19	3,37	3,48	7,98	0,842
Gluconeo ⁶	0,27	0,28	0,30	0,27	10,74	0,885
Ace (%) ⁷	66,90	67,93	69,74	70,68	1,76	0,216 ¹⁴
Prop (%) ⁸	21,35	22,85	21,61	21,11	8,38	0,904
Buti (%) ⁹	12,05	9,21	8,65	8,21	25,83	0,701

1 = coeficiente de variação

2 = probabilidade no teste de F para tratamento

3 = concentração dos ácidos graxos em milimoles por decilitro

4 = total de ácidos graxos voláteis em milimoles por decilitro

5 = relação molar entre os ácidos acético e propiônico

6 = relação molar entre o ácido propiônico e a somatória dos ácidos acético e butírico

7 = ácido acético como porcentagem molar

8 = ácido propiônico como porcentagem molar

9 = ácido butírico como porcentagem molar

10 = efeito quadrático significativo (P=0,012; r²=0,99)

11 = efeito quadrático (P=0,10; r²=0,90)

12 = efeito linear (P=0,13; r²=0,99)

13 = efeito quadrático significativo (P=0,019; r²=0,99)

14 = efeito linear significativo (P=0,05; r²=0,98)

Para todos os parâmetros analisados houve efeito significativo (P<0,01) do horário de coleta, mas a interação do horário de coleta e tratamento não foi

Figura 5 - Variações nas concentrações médias de ácidos graxos voláteis em função do tratamento.

significativa ($P > 0,05$) para nenhum dos parâmetros analisados.

As concentrações de ácido acético e de ácidos graxos totais apresentaram diferença significativa ($P < 0,01$) para tratamento, sobre os quais este apresentou um efeito

quadrático significativo ($P=0,012$ e $P=0,019$; respectivamente).

As concentrações de ácido propiônico e butírico apresentaram apenas uma tendência de um efeito quadrático ($P=0,10$) e linear ($P=0,13$), através de regressões que explicam 90 e 99% dos efeitos do tratamento sobre estes parâmetros, respectivamente.

A proporção molar de ácido acético apresentou um aumento linear significativo ($P=0,05$) com o aumento dos teores de semente de algodão na dieta, enquanto a proporção de ácido propiônico permaneceu estável e de ácido butírico apresentou tendência de diminuição linear.

Através das regressões obtidas, pode-se estimar que as concentrações máximas de AGV total (7,81 mmol/dl), ácido acético (5,27 mmol/dl), propiônico (1,80 mmol/dl) no fluido ruminal seriam obtidas com 8,46; 10,16 e 9,89% de semente de algodão na dieta, respectivamente.

Segundo ORSKOV (1975), a relação ácido acético : propiônico na qual se observa eficiência máxima de utilização da energia metabolizável para crescimento e engorda é de 2,25 a 3,0, enquanto que para a produção de leite é de 3,0 a 4,0. Assim, podemos concluir que o resultado da fermentação ruminal das dietas utilizadas nos diferentes tratamentos, são mais adequadas a produção de leite do que crescimento e engorda.

VALDEZ *et alii* (1977), fornecendo dietas compostas por cana-de-açúcar e uréia, suplementada ou não de

1 kg de polidura de arroz, encontraram concentração de total de AGV de 10 a 15 milimoles por decilitro, e proporção molar de 62,5; 23,9 e 13,6% de ácido acético, propionico e butírico, respectivamente.

Os resultados obtidos de concentração de ácido acético, propiônico, butírico e total de AGV, são inferiores aos encontrados por FIGUEIREDO (1990) quando forneceu dietas contendo 70% de cana-de-açúcar na matéria seca, e obteve, em média, a concentrações de 7,23; 2,04; 1,045 e 10,34 milimoles por decilitro de ácido acético, propiônico, butírico e total de AGV, respectivamente.

CZERKAWSKI *et alii* (1975), pesquisando os efeitos do fornecimento de óleo de linhaça livre sobre o metabolismo ruminal de ovinos, também encontraram uma diminuição na concentração de AGV ruminal, mas, em virtude do aumento do volume ruminal e considerando as alterações da taxa de diluição, concluíram que ocorreu um aumento da produção de AGV total com o fornecimento de lipídios.

IKWUEGBU & SUTTON (1982), fornecendo níveis crescentes de óleo de linhaça livre para ovinos com dietas compostas de 200 gramas de feno e 400 gramas de concentrados, não observaram alterações significativas nas concentrações totais de AGV, porém, as proporções molares de ácido propiônico aumentaram e de ácido acético e butírico diminuíram com o aumento dos teores de lipídios na dieta.

Os efeitos de lipídios sobre a fermentação ruminal de bovinos foram estudados por CHALUPA *et alii*

(1986), através do seu fornecimento de forma livre em níveis de 11,9% da matéria seca da dieta de novilhas, nos quais encontraram diminuição da proporção de ácido acético : ácido propiônico, aumento da porcentagem molar de ácido propiônico e diminuição de ácido acético e butírico, quando compararam com dieta controle contendo 3% de lipídios.

MACZULACK et alii (1981), estudando os efeitos de diferentes ácidos graxos no crescimento de algumas cepas de bactérias ruminais em cultura laboratorial, verificaram que a adição do ácido oleico ao meio de cultura levou a um aumento da fase "lag", e/ou redução da taxa e do crescimento total das bactérias gram positivas ou gram variáveis e com atividade celulolítica, enquanto as bactérias gram negativas e com atividade amilolítica apresentaram maior crescimento, quando comparado com resultados obtidos nos meios de cultura isentos de ácidos graxos. Como o produto da fermentação das bactérias amilolíticas é predominantemente o ácido propiônico e das celulolíticas o ácido acético (HUNGATE, 1966), pode-se compreender o aumento da proporção molar de ácido propiônico e diminuição de ácido acético quando se fornece lipídios insaturados que possuem alta taxa de hidrólise ruminal.

KEELE et alii (1989), fornecendo para vacas dietas compostas de 50% de forragem e 25,3% de semente de algodão na matéria seca total (5,8% de extrato etéreo na matéria seca), observaram aumento da proporção molar de ácido propiônico e diminuição de ácido butírico, quando compararam

com a dieta controle, isenta de semente de algodão (1,6% de extrato etéreo na matéria seca).

MOHAMED *et alii* (1988), observaram aumento da proporção molar de ácido propiônico, diminuição de ácido butírico e diminuição da proporção de ácido acético : ácido propiônico quando compararam dieta composta de 55% da matéria seca por forragem e 16,5% por semente de algodão (10,8% de extrato etéreo na matéria seca) com dieta controle contendo 15,4% de farelo de soja (2,1% de extrato etéreo na matéria seca).

A concentração de ácidos graxos voláteis pode ser alterada pela velocidade de absorção do epitélio ruminal e pela taxa de diluição do meio (PRINS & CLARKE, 1980), mas SUTTON & SILTER (1980) afirma que a concentração destes ácidos reflete a sua produção. Assim, as diferenças observadas na concentração dos ácidos graxos voláteis podem representar as diferenças da sua produção, inclusive em virtude do efluxo total diário de líquido ruminal ser semelhante entre todos os tratamentos (111,20; 111,96; 111,62 e 100,92 litros/dia, nos tratamentos T0, T1, T2 e T3, respectivamente), conforme pode-se concluir com os dados apresentados na Tabela 10.

4.9) Contagem de protozoários

Os resultados médios referentes ao número de protozoários ruminais são apresentados na Tabela 13 e Figura 6.

Tabela 13 - Resultados médios da contagem de protozoários para cada tratamento.

	TRATAMENTOS				CV(%) 1	P<F2
	T0	T1	T2	T3		
Iso/ml ($\times 10^4$) ³	1,23	4,14	3,86	0,14	47,18	0,027 ⁹
Oph/ml ($\times 10^4$) ⁴	23,40	19,14	10,90	6,47	33,06	0,048 ¹⁰
Prot/ml ($\times 10^4$) ⁵	24,63	23,28	14,76	6,61	28,21	0,032 ¹¹
Iso/rum ($\times 10^8$) ⁶	8,50	23,25	24,21	0,94	45,86	0,030 ¹²
Oph/rum ($\times 10^8$) ⁷	154,02	117,76	69,51	48,92	35,26	0,077 ¹³
Prot/rum ($\times 10^8$) ⁸	162,60	141,00	93,71	49,86	31,04	0,063 ¹⁴

1 = coeficiente de variação

2 = probabilidade no teste de F para tratamento

3 = número de protozoários da família *Isotrichidae* por mililitro de fluidor ruminal

4 = número de protozoários da família *Ophryoscolecidae* por mililitro de fluido ruminal

5 = contagem total de protozoários por mililitro

6 = total de *Isotrichidae* no rúmen

7 = total de *Ophryoscolecidae* no rúmen

8 = total de protozoários no rúmen

9 = efeito quadrático significativo ($P=0,005$; $r^2=0,99$)

10 = efeito linear significativo ($P=0,009$; $r^2=0,98$)

11 = efeito linear significativo ($P=0,007$; $r^2=0,93$)

12 = efeito quadrático significativo ($P=0,006$; $r^2=0,98$)

13 = efeito linear significativo ($P=0,015$; $r^2=0,97$)

14 = efeito linear significativo ($P=0,012$; $r^2=0,97$)

Todos os parâmetros referentes a contagem de protozoários por mililitro de conteúdo ruminal, diferiram significativamente ($P<0,05$) em função do tratamento, sendo que os protozoários da família *Isotrichidae* apresentaram um efeito quadrático significativo ($P=0,005$), da família *Ophryoscolecidae* e o total de protozoários por mililitro de conteúdo ruminal apresentaram um efeito linear ($P<0,01$).

Figura 6 - Variações do número médio de protozoários ruminais em função dos diferentes tratamentos.

Na análise dos parâmetros referentes ao número contido no rúmen, embora apenas os protozoários da família *Isotrichidae* tenham diferido significativamente ($P=0,03$) entre os diferentes tratamentos, nas análises das regressões lineares que explicavam, ambas, 97% dos efeitos dos

tratamentos sobre o número total de *Ophryoscolecidae* e total do rúmen (ambos), diferiram ao nível de 1,5 e 1,2% de probabilidade, respectivamente.

Nas Tabelas 24 e 25 e Figuras 12 e 13 (apêndice), são apresentados os resultados médios da contagem de protozoários nos diferentes horários de coleta, onde se observa um declínio do número de *Ophryoscolecidae* e *Isotrichidae*, com excessão ao *Isotrichidae* no tratamento T1, após as refeições.

O declínio do número de *Ophryoscolecidae* nos horários seguintes a refeição também foi verificado por vários autores revistos por COLEMAN (1979). Porém, segundo este autor, o número de *Isotrichidae* normalmente se eleva durante as primeiras horas após as refeições e depois tende a declinar, tal como ocorreu apenas no tratamento T1.

Todos os parâmetros analisados apresentaram efeito significativo ($P < 0,01$) para o tempo de amostragem. A interação de tempo de amostragem e tratamento apresentou efeito significativo apenas nos parâmetros *Isotrichidae*/mililitro ($P = 0,002$) e total de protozoários/mililitro ($P = 0,04$).

Através da regressão obtida pode-se estimar que o número máximo de protozoários da família *Isotrichidae* no rúmen, seria obtido com 13,84% de semente de algodão na dieta.

Nas análises do número total de protozoários, o efeito quadrático, apresentado pelo tratamento, sobre a contagem de *Isotrichidae*, foi diluído pelo efeito linear dos *Ophryoscolecidae*, os quais totalizavam número bastante superior quando comparado com aqueles.

No tratamento T3 o número de *Isotrichidae*/rúmen, *Ophryoscolecidae*/rúmen e o total de protozoários ruminais representaram apenas 3,9; 31,76 e 30,66%, respectivamente, do tratamento com maior número de protozoários no rúmen, demonstrando que, a semente de algodão teve um efeito inibidor maior para os protozoários da família *Isotrichidae* que da família *Ophryoscolecidae*.

Os resultados observados quando se forneceu até 10% de semente de algodão são semelhantes aos de FIGUEIREDO (1990), quando este forneceu dietas compostas de 70% de cana-de-açúcar, 8% de bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado e 22% de concentrado, obteve, em média, 2,85 e $19,56 \times 10^4$ protozoários das sub-classes *Holotricha* e *Spirotricha*, respectivamente, por mililitro de conteúdo ruminal.

Os efeitos do fornecimento de lipídios sobre a população de protozoários ruminais de ovinos foram pesquisados por CZERKAWSKI et alii (1975), que fornecendo dietas compostas de 62% de feno, palha e gramínea desidratada e adicionando níveis crescentes de óleo de linhaça, obtiveram diminuição do número de protozoários de $15,8 \times 10^5$ para $0,4 \times 10^5$,

quando forneceram dietas isentas e contendo 90 gramas/animal/dia (10% da dieta) de óleo de linhaça, respectivamente. Após receber as dietas do tratamento com maior teor de óleo de linhaça, os animais receberam novamente dietas do tratamento controle (isento de óleo de linhaça), e, após duas semanas nesse tratamento, apresentaram $21,2 \times 10^5$ protozoários, mas constituídos apenas por protozoários pequenos, enquanto que no tratamento controle recebido no início do experimento 3 a 4% dos protozoários eram constituídos por *Isotrichidae*. Esses resultados sugerem que duas semanas foram insuficientes para restauração do número de protozoários da família *Isotrichidae*, o que também pode ter ocorrido no presente experimento, devido ao fato das vacas terem recebido tratamento T0 em seguida do tratamento T3, ocasionando um efeito quadrático dos tratamentos sobre os *Isotrichidae* e linear sobre os *Ophryoscolecidae*.

IKWUEGBU & SUTTON (1982), fornecendo óleo de linhaça livre para ovinos, também verificou diminuição do número de protozoários de 372×10^4 por mililitro de conteúdo ruminal, quando forneceu dieta isenta de óleo, para 1×10^4 por mililitro quando forneceu 40 mililitros de óleo/animal/dia. Estes autores utilizaram um período de adaptação dos animais as dietas de 24 dias, sendo que nos primeiros 5 dias todos os animais recebiam inóculo de fluido ruminal de ovinos recebendo a dieta basal para restabelecer a população de protozoários ruminais.

MOHAMED *et alii* (1988) e HORNER *et alii* (1987) observaram diminuição de 56 e 30% do número de protozoários ruminais quando forneceram dietas contendo 16,5 e 15%, respectivamente, de semente de algodão na matéria seca e compararam com dietas isentas desse ingrediente alimentar (controle).

Os efeitos tóxicos da semente de algodão sobre os protozoários, também foram verificados por BIRD & DICKO (1987), citado por LENG (1988), que fornecendo dietas baseadas em palha de trigo ou aveia para ovinos, conseguiram reduzir o número de protozoários ruminais de 74×10^4 por mililitro de conteúdo ruminal, quando os animais não receberam semente de algodão, para 1×10^4 , quando os animais receberam 150 gramas/animal/dia de semente de algodão.

5 - CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem as seguintes conclusões:

1 - A substituição do farelo de algodão pela semente integral de algodão na proporção de 10% da matéria seca da dieta total permitiu o maior do consumo de matéria seca e energia dos animais.

2 - O fornecimento de semente integral de algodão em substituição ao farelo de algodão, alterou significativamente a digestibilidade do extrato etéreo, sendo que no tratamento com 20% de semente de algodão esta fração apresentou maior digestibilidade.

3 - A fração de parede celular da dieta apresentou tendência de uma maior digestibilidade com 20% de semente de algodão na dieta.

4 - O nitrogênio da dieta contendo 10% de semente de algodão apresentou tendência de uma utilização mais eficiente pelos animais.

5 - O fornecimento de semente de algodão ao nível de 10% da matéria seca da dieta permitiu a maior produção de ácidos graxos voláteis ruminais, maior taxa de passagem e menor volume ruminal.

6 - Com o aumento dos teores de semente de algodão na dieta as proporções molares de ácido acético aumentaram, de butírico tenderam a diminuir, enquanto de propiônico permaneceu estável.

7 - A semente de algodão possui efeito inibitório sobre os protozoários da família *Ophryoscolecidae*, mas ao nível de 10% da matéria seca da dieta, elevou significativamente o número dos *Isotrichidae* no conteúdo ruminal.

8 - Considerando os parâmetros analisados, a substituição do farelo de algodão pela semente de algodão integral na proporção de 10 a 20% da matéria seca total da dieta possibilita melhor desempenho animal.

9 - O efeito quadrático do tratamento sobre a maioria dos parâmetros analisados pode ser consequência de um inadequado período de adaptação dos animais aos diferentes tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, M. & IRIKI, T. Mechanism whereby holotrich ciliates are retained in the reticulo-rumen of cattle. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, **62** :579-87, 1989.

ALLEONI, F.G. Efeito de diferentes suplementos no desempenho de bovinos alimentados com dietas básicas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Piracicaba, 1988. 149p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

ALVAREZ, F.J. & PRESTON, T.R. Studies on urea utilization in sugar cane diets: effect of level. **Tropical Animal Production**, Santo Domingo, **1** : 194-201, 1976.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 12.ed. Washington, 1975.

BANDA, M. & VALDEZ, R.E. Effect of stage of maturity on nutritive value of sugar cane. **Tropical Animal Production**, Santo Domingo, **1** : 94-7, 1976.

- BINNERTS, W.T.; KLOSTER, A.Th.VAN'T; FRENS, A.M. Soluble chromium indicator measured by atomic absorption in digestion experiments. *The Veterinary Record*, 82 : 470, Apr., 1968.
- BOIN, C. Efeitos desfavoráveis da utilização de uréia. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. & FARIA, V.P., ed. SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2., Piracicaba, 1984. *Anais. Piracicaba, FEALQ*, 1984.
- BOIN, C. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: D'ARCE, R.D.; BOIN, C.; MATTOS, W.R.S. Utilização de resíduos agro-industriais da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. Piracicaba, FEALQ, 1985. p. 19-47.
- BOIN, C.; ALLEONI, G.F. BEISMAN, D.; BONILHA NETO, L.M. Comparação entre silagem de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. 3.Efeito da suplementação com uréia na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., Pelotas, 1983. *Anais. Pelotas*, 1983. p.84.
- BIONDI, P.; CAIELLI, E.L.; FREITAS, E.A.N.; LUCCI, C.S.; ROCHA, G.L. Substituição parcial e total da silagem de milho por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. *Boletim da Indústria Animal*, Nova Odessa, 35(1) : 45-55, 1978.

- BROSH, A.; HOLZER, Z.; LEVY, D. Cottonseed for protein and energy supplementation of high-roughage diets for beef cattle. *Animal Production*, 48 : 513-18, 1989.
- BULL, L.S.; RUMPLER, W.V.; SWEENEY, T.F. & ZINN, R.A. Influence of ruminal turnover on site and extent of digestion. *Federation Proceedings*, 38 (13): 2713-19, 1979.
- CHALUPA, W.; VECCHIARELLI, B.; ELSE, E.E.; KRONFELD, D.S.; SKLAN, D.; PALMQUIST, D.L. Ruminal fermentation in vivo as influenced by long-chain fatty acids. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 69(5) : 1293-301, 1986.
- CHURCH, D.C. *Digestive physiology and nutrition of ruminants*. 2.ed., Oregon State University, 1975. Volume 1. 350p.
- CLÍMACO, C.C. Variação da população de protozoários, bactérias e fungos em bovinos submetidos à dieta de cana-de-açúcar suplementada com caroço de algodão. Piracicaba, 1992. 101p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- COLEMAN, G.S. The role of rumen protozoa in the metabolism of ruminants given tropical feeds. *Tropical Animal Production*, Santo Domingo, 4(3) : 199-213, 1979.

✕ COPPOCK, C.E.; LANHAM, J.K.; HORNER, J.I. A review of the nutritive value and utilization of whole cottonseed, cottonseed meal and associated by-products by dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, Amsteram, 18 : 80-129, 1987.

✕ COPPOCK, C.E.; MOYA, J.R.; WEST, J.W.; NAVE, D.H.; LABORE, J.M. & GATES, C.E. Effect of lint on whole cottonseed passage and digestibility and diet choice on intake of whole cottonseed by holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 68(5) : 1198-206, 1985.

COPPOCK, C.E.; WEST, J.W.; MOYA, J.R.; NAVE, D.H.; LABORE, J.M.; THOMPSON, K.G.; ROWE L.D.JR.; GATES, C.E. Effects of amount of whole cottonseed on intake, digestibility, and physiological responses of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 68 : 2248-58, 1985a.

COPPOCK, C.E. & WILKS, D.L. Supplemental fat in high-energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield, and composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, 69 : 3826-37, 1991.

CZERKAWSKI, J.W.; CHRISTIE, W.W.; BRECKENRIDGE, G.; HUNTER, M.L. Changes in the rumen metabolism of sheep given increasing amounts of linseed oil in their diet. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, 34 : 25-45, 1975.

DEHORITY, B.A. **Classification and morphology of rumen protozoa.** Wooster, Ohio State University, Departament of Animal Science, Ohio, 1991, 101p..

DUNKLEY, W.L.; SMITH, N.E.; FRANKE, A.A. Effects of feeding protected tallow on composition of milk and milk fat. **Journal of Dairy Science**, 60: 1863-69, 1977.

ELLIOT, R.; FERREIRO, H.M. & PRIEGO, A. An estimate of quantity of feed protein escaping degradation in the rumen os steers fed chopped sugar cane, molasses/urea supplemented with varying quantities of rice polishings. **Tropical Animal Production**, Santo Domingo, 3 : 36-9, 1978a.

ELLIOT, R.; FERREIRO, H.M.; PRIEGO, A.; PRESTON, T.R. Rice polishings as a supplement in sugar cane diets: the quantities of starch (α -linked glucose polymers) entering the proximal duodenum. **Tropical Animal Production**, Santo Domingo, 3 : 30-35, 1978b.

ERWIN, W.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 44 : 1768-71, 1961.

FFOULKES, D. & LENG, R.A. Dynamics of protozoa in the rumen of cattle. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, **59** : 429- 36, 1988.

FIGUEIREDO, M.P. Cana-de-açúcar (*Saccharum sp* L.) e bagaço de cana hidrolisado na dieta de ruminantes - efeitos sobre a fisiologia e microbiologia do rúmen. Piracicaba, 1990. 101p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

FORBES, J.M. Hormones and metabolites in the control of food intake. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY, 5., Clermont, 1979. **Digestive Physiology and Metabolism in Ruminant; proceedings**. Lancaster, MTP Press, 1980.

FUKUSHIMA, R.S.; ZANETTI, A.; LUCCI, C.S. Efeito de níveis crescentes de cana-de-açúcar (*Saccharum Officinarum* L.) na dieta de ovinos sobre a fermentação ruminal. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, **15** (4) : 314-25, 1986.

GILL, J.L. **Design and analysis of experiments - in the animal and medical sciences**. The Iowa State Universty Press, 1986. Volume 2. 304p.

GOODING, E.G.B. Efecto de la calidad de la caña sobre su valor como alimento para bovinos. **Tropical Animal Production**, Santo Domingo, 7 : 76-97, 1982.

GOERING, H.K. & VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analyses; Apparatus, reagents, procedures and some applications.** Washington, USDA/ Agricultural Research Service, 1970. 19p.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental.** 7.ed. São Paulo, Nobel, 1977. 430p.

HOARD'S DAIRYMAN. How much cottonseed is too much ? 20(136), pg 985, dez/1991.

HORNER, J.L.; COPPOCK, C.E.; MOYA, J.R.; LABORE, J.M.; LANHAM, J.K. Effects of niacin and Whole cottonseed on ruminal fermentation, protein degradability, and nutrient digestibility. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 71 : 1239-47, 1988.

HUNGATE, R.E. **The rumen and its microbes.** New York, Academic Press, 1966. 533p.

IKWUEGBU, O.A.; SUTTON, J.D. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. *British Journal of Nutrition*, London, **48** : 365-75, 1982.

KEARL, L.C. Nutrient requirements of ruminants in developing countries. Logan, Utah state University, Intern. Feedst. Institute, Utah, 1982.

KEELE, J.W.; ROFFLER, R.E.; BEYERS, K.Z. Ruminant metabolism in nonlactating cows fed whole cottonseed or extruded soybeans. *Journal of Animal Science*, Champaign, **67** : 1612-22, 1989.

LENG, R.A. Limitaciones metabólicas en la utilización de la caña de azúcar y sus derivados para el crecimiento y producción de leche en ruminantes. In: *Sistemas intensivos para producción animal y energía renovable con recursos tropicales*, Cali, 1988.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of poor-quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition Research Reviews*, **3** : 277-303, 1990.

LENG, R.A.; GILL, M.; KEMPTON, T.J.; ROWE, J.B.; NOLAN, J.V.; STACHIW, S.J.; PRESTON, T.R. Kinetics of large protozoa in the rumen of cattle given sugar cane diets. *British Journal of Nutrition*, Cambridge, 46 : 371-84, 1981.

LENG, R.A. & PRESTON, T.R. Sugar cane for cattle production: present constraints, perspectives and research priorities. *Tropical Animal Production*, Santo Domingo, 1(1): 1-26, 1976.

LINDSEY, T.O.; HAWKINS, G.E.; GUTHRIE, L.D. Physiological responses of lactating cows to gossypol from cottonseed meal rations. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 63 : 562-73, 1980.

LOVADINI, L.A.C. Efeito da maturação da planta sobre a composição em fibra bruta, celulose, lignina e digestibilidade "in vitro" da celulose, em variedades de cana-de-açúcar. Piracicaba, 1971. 67p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

MACZULAK, A.E.; DEHORITY, B.A. & PALMQUIST, D.L. Effects of long-chain fatty acids on growth of rumen bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, 42(5): 856-62, 1981.

- MCDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; THOMAS, J.E. & HARRIS, L. E.
Latin american tables of feed composition. Gainesville,
Florida University, 1974.
- MELOTTI, L. Estudo comparativo da digestibilidade "in vivo"
de plantas forrageiras com ovinos e bovinos. Piracicaba,
1972. 89p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"/USP).
- MINOR, S.; Mc LEOD, N.A.; PRESTON, T.R.; LENG, R.A. Studies
on digestion in different sections of the intestinal tract
of bulls fed sugar cane/urea with different supplements.
Tropical Animal Production, Santo Domingo, 2(2): 163-174,
1977.
- MOHAMED, O.E.; SATTER, D.L.; GRUMMER, R.R.; EHLE, F.R.
Influence of dietary cottonseed and soybean on milk
production and composition. **Journal of Dairy Science**,
Champaign, 71 : 2677-88, 1988.
- MOORE, J.A.; SWINGLE, R.S.; HALE, W.H. Effects of whole
cottonseed, cottonseed oil or animal fat on digestibility
of wheat straw diets by steers. **Journal of Animal
Science**, Champaign, 63 : 1267-73, 1986.

MONTPELLIER, F.A. & PRESTON, T.R. Digestibility of tops, rind, derinded stalk and the entire plant of sugar cane. **Tropical Animal Production**, Santo Domingo, 2 : 13-7, 1977.

MOREIRA, H.A. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 9(108) : 14-6, Dez/1983.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient requeriments of beef cattle**. 6.ed., Washington, 1984, 89p..

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6 ed. Washington, 1989. 158p.

ORSKOV, E.R. **World Review of nutrition and dietetics**, 22: 152-82, 1975.

PACOLA, L.J.; BOIN, C.; MATTOS, J.C.A.; CAIELLI, E.L. -Cana-de-açúcar e bagaço de cana na engorda de bovinos. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, 43(1) : 1-6, 1986.

PALMQUIST, D.L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Chanpaign, 74(4) : 1354-60, 1991.

PALMQUIST, D.L. & JENKINS, T.C. Fat in lactation rations : review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 63 : 1-14, 1980.

PATE. F.M.; FAIRHURST, P.M.; MUNTHALI, J.T.K. Urea level and supplemental energy sources in sugarcane diets. **Journal Animal Science**, Albany, 61(1) : 252-9, 1985.

PEDREIRA, J.V.S. Ensaio de digestibilidade (aparente) de cana-de-açúcar. **Boletim da Industria Anim.**, Nova Odessa, 20: 281-8, 1962.

PENA, F.; TAGARI, H.; SATTER, L.D. The effect of heat treatment of whole cottonseed on site and extent of protein digestion in dairy cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, 62 : 1423-33, 1986.

PRESTON, T.R. Nutritive value of sugar cane for ruminants. **Tropical Animal Production**, Santo Domingo, 2 : 125-42, 1977.

PRESTON, T.R.; CARCAÑO, C.; ALVAREZ, P.F.; GUTIERREZ, G. Rice polishing as a supplement in a sugar cane diet: effect of level of rice polishing and processing the sugar cane by derinded or chopping. **Tropical Animal Production**, Santo Domingo, 1(3) : 150-62, 1976.

- PRESTON, T.R. & LENG, R.A. Utilization of tropical feeds by ruminants. In: RUCKEBUSCH, Y. & THIVEND, P. **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Connecticut, AVI, 1980.
- PRESTON, T.R. & LENG, R.A. Supplementation of diets based on fibrous residues and by products. In: SUNDSTOL, F. & OWEN, E., ed. **Straw and other fibrous by-products as feed**. New York, Elsevier, 1984. p. 374-413.
- PRINS, R.A. & CLARKE, T.J. Microbial ecology of rumen. In: RUCKEBUSH, Y. & THIVEND, P. ed. **Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants**. Connecticut, Avi Publishing Company, Inc. 1980. p. 179-204.
- PURSER, D.B. & MOIR, R.J. Ruminal flora studies in the sheep. IX. The effect of pH on the ciliate population of the rumen in vivo. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, 10 : 555-64, 1959.
- RYLE, M. & ORSKOV, E.R. Rumen ciliates and tropical feeds. **World animal review**, 64 : 21-30, 1987.
- SATTER, L.D. & SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production "in vitro". **British Journal of Nutrition**, Cambridge, 32 : 199-208, 1974.

SLYTER, L.L. Ability of pH - selected mixed ruminal microbial populations to digest fiber at various pHs. **Applied Environment Microbiology**, Washington, 52(2) : 390-1, 1986.

SUTTON, L.D. & SILTER, L.L. Digestion and end products formation in the rumen from production rations. In: RUCKEBUSH, Y. & THIVEND, P. ed. **Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants**. Connecticut, Avi Publishing Company, Inc., 1980. p. 271-90.

TAMMINGA, S.; VUUREN, A.M.van; KOELEN, C.J.van der; KHATTAB, H.M.; GILS, M.van. Further studies on the effect of fat supplementation of concentrates fed to lactating dairy cows. 3. Effect on rumen fermentation and site of digestion of dietary components. **Netherlands Journal Agricultural Science**, Wageningen, 31 : 249-58, 1983.

TEIXEIRA, J. & HUBER, J.T. Determinação da digestibilidade pós-ruminal da proteína de semente de algodão pela técnica do saco de nylon em vacas leiteiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 18(4) : 295-305, 1989.

USHIDA, K.; JOUANY, J.P.; DEMEYER, D.I. Effects of presence or absence of rumen protozoa on the efficiency of utilization of concentrate and fibrous feeds. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY, 7., 1991. **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants; proceedings.** New York, Academic Press, 1991. p.625-54.

VALDEZ, R.E.; ALVAREZ, F.J.; FERREIRO, H.M.; GUERRA, F.; LOPEZ, J.; PRIEGO, A.; BLACKBURN, T.H.; LENG, R.A.; PRESTON, T.R. Rumen function in cattle given sugar cane. **Tropical Animal Production**, Santo Domingo, 2(3): 260-72, 1977.

VAN SOEST, P.J. & FOX, D.G. Discounts for net energy and protein-fifth revision. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, Rochester, 1992. **Proceeding.** Ithaca, Cornell University, 1992. p.48-52.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** Corvallis, O & B Books, 1982. p.373.

VEIRA, D.M. The role of ciliate protozoa in nutrition of the ruminant. **Journal of Animal Science**, Champaign, 63 : 1547-60, 1986.

WISEK, J.W. Some aspects of ammonia toxicity in animal cells. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 51(2): 286-95, 1968.

WEATHERBURN, M.W. Phenol hypochlorite reaction for determination of ammonia. *Analytical Chemistry*, 39 : 971-4, 1967.

APÊNDICE

Tabela 14 - Resultados individuais referentes ao consumo de matéria seca dos animais nos 4 tratamentos e diferentes períodos experimentais.

	Períodos				MÉDIA	DESVIO ¹
	P1	P2	P3	P4		
Tratamentos	(Kg/cab/dia)					
T0	14,57	13,16	10,07	11,19	12,25	1,74
T1	11,26	16,81	13,18	9,94	12,80	2,59
T2	8,79	11,55	13,77	12,13	11,56	1,79
T3	7,48	6,84	8,32	11,84	8,62	1,93
	(%/peso vivo)					
T0	2,07	2,42	1,96	1,76	2,05	0,24
T1	1,88	2,36	2,26	1,92	2,10	0,21
T2	1,84	1,88	1,87	2,05	1,91	0,08
T3	1,41	1,40	1,33	1,60	1,44	0,10

1 = desvio padrão

Tabela 15 - Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais^{1, 2}

	MS	MM	PB	EE	FDA	FDN	FB	NDT
CAROÇO	92,13	3,73	23,01	22,64	36,51	47,51	26,03	77,64
FARELO 1	91,08	5,24	35,49	0,80	29,77	46,83	20,16	66,53
FARELO 2	89,93	6,97	43,14	0,45	26,40	40,29	16,60	67,23
CASCA	91,39	3,73	3,73	0,98	63,58	90,80	37,54	49,17
CANA P1	31,07	4,68	2,08	0,50	36,27	52,14	25,72	63,21
CANA P2	29,67	3,76	1,61	0,42	31,38	48,92	23,87	64,96
CANA P3	29,17	3,42	1,40	0,54	28,27	44,44	25,54	66,51
CANA P4	27,22	4,81	1,33	0,44	31,27	47,48	22,85	64,32
URÉIA	-	-	286,85	-	-	-	-	-
NH3	-	-	132,21	-	-	-	-	-

1 = Abreviações: MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB= proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDA = fibra em detergente ácido; FDN = fibra em detergente neutro; FB = fibra bruta; NH3 = sulfato amônia; CANA P1, P2, P3 e P4 = cana utilizada no período 1, 2, 3 e 4, respectivamente; CAROÇO = semente de algodão; FARELO 1 e 2 = farelo de algodão (2 fontes utilizadas); CASCA = casca de algodão.

2 = valores expressos em % na matéria seca.

Tabela 16 - Resultados individuais referentes a composição bromatológica das dietas, nos diferentes períodos experimentais ^{1, 2}.

	TOP1	TOP2	TOP3	TOP4	MÉDIA	DESVIO ³
MS	40,73	35,71	37,82	34,02	37,07	2,50
PB	12,07	11,26	11,84	12,53	11,93	0,46
MM	5,44	5,17	5,76	5,63	5,50	0,22
EE	0,49	0,46	0,52	0,55	0,51	0,03
FDA	35,79	34,16	36,74	39,44	36,44	1,78
FDN	55,20	51,17	50,46	62,07	54,72	4,61
	T1P1	T1P2	T1P3	T1P4	MÉDIA	DESVIO
MS	39,95	37,87	35,00	34,09	36,73	2,33
PB	10,57	12,21	12,87	10,63	11,57	1,00
MM	5,10	4,87	5,06	5,80	5,21	0,35
EE	2,62	2,55	2,83	2,60	2,65	0,11
FDA	34,14	33,74	36,04	35,68	34,90	0,98
FDN	52,15	49,51	52,93	56,81	52,85	2,61
	T2P1	T2P2	T2P3	T2P4	MÉDIA	DESVIO
MS	39,08	38,90	38,61	35,71	38,08	1,38
PB	11,68	12,26	12,21	12,21	12,09	0,23
MM	5,70	5,07	4,68	5,53	5,24	0,40
EE	4,44	5,02	4,78	4,71	4,74	0,21
FDA	34,64	30,04	31,46	35,00	32,78	2,10
FDN	51,49	47,81	45,83	53,79	49,73	3,10
	T3P1	T3P2	T3P3	T3P4	MÉDIA	DESVIO
MS	40,78	38,90	38,61	35,71	38,42	1,72
PB	11,28	12,74	12,32	12,39	12,18	0,54
MM	4,93	5,10	5,05	5,55	5,16	0,23
EE	6,16	7,37	6,73	6,70	6,74	0,43
FDA	33,51	30,86	33,77	33,88	33,00	1,25
FDN	47,87	45,42	46,47	50,08	47,46	1,74

1 = valores expressos na matéria seca

2 = abreviações: T = tratamento; P = período (Ex.TOP1, TOP2, TOP3, etc = tratamento T0 no período 1, 2, 3, etc.); outras abreviações ver Tabela 16.

3 = desvio padrão

Tabela 17 - Resultados individuais referentes a composição bromatológica das sobras das dietas experimentais^{1, 2}.

Parâmetros	TOP1	TOP2	TOP3	TOP4	MEDIA	DESVIO
MS	34,68	35,70	42,78	35,28	37,11	3,29
PB	13,46	13,49	13,92	13,53	13,60	0,19
MM	6,81	5,57	6,18	6,18	6,19	0,44
EE	0,89	0,92	0,95	0,91	0,92	0,02
FDA	45,71	43,14	43,92	45,26	44,51	1,03
FDN	71,38	69,64	68,50	68,00	69,38	1,30
	T1P1	T1P2	T1P3	T1P4	MEDIA	DESVIO
MS	38,73	37,05	40,10	36,09	38,00	1,54
PB	11,95	13,92	13,97	12,11	12,99	0,96
MM	5,93	6,06	5,73	6,34	6,01	0,22
EE	2,95	2,85	2,35	3,21	2,84	0,31
FDA	41,68	41,26	44,36	44,03	42,83	1,38
FDN	61,33	67,44	69,73	66,89	66,45	2,92
	T2P1	T2P2	T2P3	T2P4	MEDIA	DESVIO
MS	38,43	38,17	33,90	35,47	36,49	1,89
PB	13,93	13,71	14,11	11,45	13,30	1,08
MM	6,08	5,68	6,09	6,36	6,05	0,24
EE	4,66	4,34	4,41	3,32	4,18	0,51
FDA	40,54	39,19	42,43	44,44	41,65	1,98
FDN	58,48	61,52	65,49	67,95	63,36	3,63
	T3P1	T3P2	T3P3	T3P4	MEDIA	DESVIO
MS	34,82	36,56	35,70	40,19	36,82	2,04
PB	10,33	13,58	14,01	12,42	12,59	1,43
MM	6,17	5,55	5,63	6,30	5,91	0,33
EE	3,15	6,26	5,93	5,56	5,23	1,22
FDA	41,13	35,69	39,22	41,76	39,45	2,36
FDN	60,88	53,69	59,04	61,34	58,86	3,15

1 = valores expressos na matéria seca

2 = abreviações: ver Tabela 16.

Tabela 18 - Resultados individuais referentes a digestibilidade das diferentes frações das dietas experimentais. ^{1, 2, 3}.

	TOP1	TOP2	TOP3	TOP4	MÉDIA	DESVIO ⁴
MS	60,86	66,24	69,62	64,98	65,42	3,13
MO	62,02	67,10	70,37	66,09	66,40	2,98
MM	40,04	50,20	57,15	45,87	48,32	6,25
PB	70,47	66,77	72,58	71,36	70,29	2,17
EE	-13,51	-00,31	20,21	18,57	06,24	13,96
FDA	32,79	39,05	51,25	45,24	42,08	6,88
FDN	40,07	43,92	52,16	54,76	47,73	5,96
NDT	58,68	63,68	66,47	62,57	62,85	2,79
	T1P1	T1P2	T1P3	T1P4	MÉDIA	DESVIO
MS	65,73	63,92	65,36	64,15	64,79	0,77
MO	67,02	65,06	66,24	64,92	65,81	0,86
MM	40,73	41,13	48,79	51,25	45,47	4,63
PB	67,64	62,75	72,49	65,77	67,16	3,54
EE	80,97	82,01	85,60	71,08	79,91	5,38
FDA	36,89	38,07	43,78	39,88	39,66	2,61
FDN	46,06	41,46	48,32	47,41	45,81	2,63
NDT	66,30	64,55	65,98	63,40	65,06	1,16
	T2P1	T2P2	T2P3	T2P4	MÉDIA	DESVIO
MS	68,65	68,45	69,84	64,59	67,89	1,97
MO	69,82	69,62	71,10	65,46	69,00	2,12
MM	49,11	46,39	42,98	49,64	47,03	2,65
PB	73,23	68,84	70,39	68,83	70,32	1,80
EE	80,03	85,62	84,47	82,45	83,14	2,12
FDA	48,30	40,99	43,92	43,95	44,29	2,61
FDN	53,41	48,02	47,54	48,00	49,24	2,41
NDT	70,29	71,58	73,03	66,85	70,44	2,28
	T3P1	T3P2	T3P3	T3P4	MÉDIA	DESVIO
MS	63,95	68,68	64,68	61,92	64,81	2,45
MO	65,16	69,65	66,11	62,89	65,95	2,43
MM	38,88	50,19	36,83	44,94	42,71	5,25
PB	75,03	77,01	68,66	72,54	73,31	3,11
EE	78,75	72,68	86,06	76,62	78,51	4,86
FDA	36,09	45,06	39,49	37,15	38,45	3,46
FDN	37,83	46,37	38,50	39,59	40,57	3,41
NDT	68,97	73,16	70,35	66,10	69,64	2,54

1 = valores expressos na matéria seca

2 = abreviações ver Tabela 15 e 16

3 = coeficientes de digestibilidade

4 = desvio padrão

Tabela 19 - Valores médios observados para o pH do fluído ruminal, nos diferentes tratamentos e horários de coleta.

TRAT	HORA	NUM.OBSERV.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
T0	0	4	7,49	0,25
T0	1	4	7,19	0,42
T0	2	4	7,10	0,47
T0	4	4	6,87	0,36
T0	8	4	6,66	0,48
T1	0	4	7,42	0,22
T1	1	4	7,16	0,42
T1	2	4	7,07	0,32
T1	4	4	6,91	0,31
T1	8	4	6,89	0,39
T2	0	4	7,33	0,35
T2	1	4	7,15	0,46
T2	2	4	7,04	0,43
T2	4	4	6,85	0,28
T2	8	4	6,72	0,19
T3	0	4	7,68	0,20
T3	1	4	7,61	0,30
T3	2	4	7,50	0,25
T3	4	4	7,39	0,18
T3	8	4	7,32	0,13

Figura 7 - Variações do pH médio do fluido ruminal nos diferentes horários de coleta.

Tabela 20 - Valores médios observados para os níveis de nitrogênio amoniacal no fluído ruminal, nos diferentes tratamentos e horários de coleta (N-NH₃ em mg/dl).

TRAT	HORA	NUM.OBSERV.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
T0	0	4	6,77	2,89
T0	1	4	18,50	4,29
T0	2	4	14,60	3,56
T0	4	4	10,33	3,88
T0	8	4	5,74	1,59
T1	0	4	4,83	1,06
T1	1	4	17,95	1,57
T1	2	4	14,65	1,58
T1	4	4	9,78	2,79
T1	8	4	6,13	1,17
T2	0	4	3,91	0,76
T2	1	4	13,18	2,56
T2	2	4	12,77	0,25
T2	4	4	10,20	1,17
T2	8	4	7,93	0,79
T3	0	4	4,88	1,38
T3	1	4	8,34	1,33
T3	2	4	10,75	1,37
T3	4	4	6,84	0,93
T3	8	4	3,69	0,80

Figura 8 - Variações da concentração média de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal nos diferentes horários de coleta.

Tabela 21 - Valores médios observados para a concentração molar de ácido acético no fluído ruminal, nos diferentes tratamentos e horários de coleta (mmoles/dl).

TRAT	HORA	NUM.OBSERV.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
T0	0	4	4,57	0,36
T0	1	4	4,92	0,71
T0	2	4	5,02	0,55
T0	4	4	5,04	0,59
T0	8	4	5,00	0,48
T1	0	4	5,08	0,38
T1	1	4	5,32	0,29
T1	2	4	5,69	0,24
T1	4	4	5,26	0,29
T1	8	4	5,29	0,37
T2	0	4	4,57	0,39
T2	1	4	5,14	0,39
T2	2	4	5,05	0,54
T2	4	4	4,82	0,38
T2	8	4	4,89	0,45
T3	0	4	3,73	0,44
T3	1	4	3,65	0,78
T3	2	4	4,20	0,47
T3	4	4	3,86	0,56
T3	8	4	4,54	0,42

Figura 9 - Variações da concentração média de ácido acético no fluido ruminal, nos diferentes horários de coleta.

Tabela 22 - Valores médios observados para a concentração molar de ácido propiônico no fluído ruminal, nos diferentes tratamentos e horários de coleta (mmoles/dl).

TRAT	HORA	NUM.OBSERV.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
T0	0	4	0,90	0,28
T0	1	4	1,76	0,80
T0	2	4	1,78	0,70
T0	4	4	1,84	0,53
T0	8	4	1,84	0,58
T1	0	4	1,22	0,45
T1	1	4	1,98	0,65
T1	2	4	2,15	0,51
T1	4	4	1,97	0,27
T1	8	4	1,94	0,43
T2	0	4	0,98	0,16
T2	1	4	1,57	0,40
T2	2	4	1,80	0,40
T2	4	4	1,73	0,29
T2	8	4	1,67	0,16
T3	0	4	0,77	0,11
T3	1	4	1,29	0,48
T3	2	4	1,41	0,34
T3	4	4	1,28	0,26
T3	8	4	1,40	0,31

Figura 10 - Variações da concentração média de ácido propiônico no fluido ruminal, nos diferentes horários de coleta.

Tabela 23 - Valores médios observados para a concentração de ácido butírico no fluído ruminal, nos diferentes tratamentos e horários de coleta (mmoles/dl).

TRAT	HORA	NUM.OBSERV.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
T0	0	4	0,38	0,14
T0	1	4	0,80	0,37
T0	2	4	1,01	0,63
T0	4	4	1,13	0,62
T0	8	4	1,22	0,63
T1	0	4	0,54	0,18
T1	1	4	0,67	0,32
T1	2	4	0,85	0,33
T1	4	4	0,86	0,48
T1	8	4	0,83	0,21
T2	0	4	0,53	0,20
T2	1	4	0,69	0,31
T2	2	4	0,58	0,17
T2	4	4	0,65	0,28
T2	8	4	0,69	0,28
T3	0	4	0,26	0,12
T3	1	4	0,30	0,07
T3	2	4	0,60	0,36
T3	4	4	0,67	0,43
T3	8	4	0,61	0,34

Figura 11 - Variações da cocentração média de ácido butírico no fluido ruminal nos diferentes horários de coleta.

Tabela 24 - Número médio de *Isotrichidae* por mililitro de conteúdo ruminal para os 4 tratamentos, nos diferentes horários de coleta.

TRAT	HORA	NUM.OBSERV.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
T0	0	4	7400	4054,63
T0	1	4	15000	12333,69
T0	4	4	8000	7610,52
T0	24	4	13200	10770,32
T0	25	4	16800	20278,06
T0	28	4	11400	10188,22
T1	0	4	21400	9606,25
T1	1	4	56800	29804,69
T1	4	4	40200	23619,48
T1	24	4	36400	17839,28
T1	25	4	61200	34800,00
T1	28	4	32400	19019,98
T2	0	4	27200	13059,86
T2	1	4	44000	21075,10
T2	4	4	36000	19693,65
T2	24	4	40800	8294,58
T2	25	4	46600	19393,81
T2	28	4	36800	16828,54
T3	0	4	1200	1326,65
T3	1	4	2400	1385,64
T3	4	4	1600	800,00
T3	24	4	1800	2218,11
T3	25	4	200	346,41
T3	28	4	1200	400,00

Figura 12 - Variações no número de protozoários ruminais da família *Isotrichidae* nos diferentes horários de coleta.

Tabela 25 - Número médio de *Ophryoscolecidae* por mililitro de conteúdo ruminal para os 4 tratamentos, nos diferentes horários de coleta.

TRAT	HORA	NUM.OBSERV.	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
T0	0	4	283600	100323,40
T0	1	4	218800	99779,75
T0	4	4	189600	62155,93
T0	24	4	272000	112275,30
T0	25	4	224400	89165,91
T0	28	4	215800	86731,53
T1	0	4	219000	62587,85
T1	1	4	200000	56887,25
T1	4	4	169400	49996,39
T1	24	4	219400	48343,35
T1	25	4	171200	44264,65
T1	28	4	169400	46573,38
T2	0	4	129575	61830,75
T2	1	4	114800	25926,04
T2	4	4	93800	29401,36
T2	24	4	117000	23808,40
T2	25	4	107600	30934,77
T2	28	4	91200	26532,99
T3	0	4	89800	58805,10
T3	1	4	63800	32255,85
T3	4	4	57200	28467,52
T3	24	4	63400	34991,99
T3	25	4	60600	33573,20
T3	28	4	53200	25640,59

Figura 13 - Variações no número médio de protozoários ruminais da família *Ophryoscolecidae* nos diferentes horários de coleta.

Tabela 26 - Regressões e teste de F dos parâmetros estudados.

PARÂMETRO	REGRESSÕES	P<F ¹	R ²
Consumo de alimentos			
% do PV	$Y = 2,058625 + 0,0181x - 0,0012925x^2$	0,00378	0,99
g/dia/kg PV ^{0,75}	$Y = 101,331444 + 0,9826777x - 0,06647672x^2$	0,00273	0,99
Energia			
ED (Kcal/Kg ^{0,75})	$Y = 278,279765 + 5,1744517x - 0,23791814x^2$	0,00074	0,97
MDT. (Kg/cab/dia)	$Y = 7,598202 + 0,162294x - 0,00716393x^2$	0,00023	0,98
NDT (% na MS)	$Y = 63,1324 + 0,2576625x$	0,00109	0,83
Digestibilidade			
EE	$Y = 9,372025 + 8,0724773x - 0,19571874x^2$	0,0003	0,95
FDN	$Y = 46,85605 + 0,3259424x - 0,01687625x^2$	0,123	0,65
Balanco de nitrogênio			
Ingerido	$Y = 1,87205 + 0,0179175x - 0,00114375x^2$	0,04	0,99
Absorvido	$Y = 1,362325 - 0,0096425x^2$	0,03	0,75
Retido	$Y = 0,47295 - 0,00678x$	0,04	0,78
pH	$Y = 7,095562 - 0,0217313x + 0,00113813x^2$	0,015	0,86
Nitrogênio Amoniacal	$Y = 11,681350 - 0,13944x$	0,018	0,89
AGV			
Ácido acético (mmol/dl)	$Y = 4,92963 + 0,0667555x - 0,00328475x^2$	0,012	0,99
Acido propionico	$Y = 1,65593 + 0,0297855x - 0,00150575x^2$	0,10	0,90
Acido butirico	$Y = 0,90116 - 0,0138303x$	0,13	0,99
AGV total (mmol/dl)	$Y = 7,48272 + 0,0783495x - 0,00462975x^2$	0,019	0,99
Ácido acético (%)	$Y = 66,845265 + 0,1315415x$	0,05	0,98
Cinética e volume ruminal			
Taxa passagem (%/h)	$Y = 7,286988 + 0,1128987x - 0,00524937x^2$	0,005	0,98
Taxa renovação (horas)	$Y = 14,186887 - 0,2289737x + 0,01064437x^2$	0,01	0,99
Taxa renovação (dias)	$Y = 0,590762 - 0,0096112x + 0,00044562x^2$	0,01	0,99
Volume ruminal (litros)	$Y = 65,047838 - 0,7074289x + 0,03041438x^2$	0,058	0,90
Protozoários			
Isotrichidae/ml	$Y = 1,2148333 + 0,46181666667x - 0,016575x^2$	0,005	0,99
Ophryoscolecidae/ml	$Y = 23,835 - 0,5905x$	0,009	0,98
Isotrichidae/rúmen	$Y = 8,05725575 + 2,624940018x - 0,0948192904x^2$	0,006	0,98
Ophryoscolecidae/rúmen	$Y = 152,08561577 - 3,635619333x$	0,015	0,97
Protozoários/ml	$Y = 26,70733 - 0,625933$	0,007	0,93
Protozoários/rúmen	$Y = 169,62480431 - 3,8552801x$	0,012	0,97

1 = probabilidade no teste de F para tratamento

2 = coeficiente de correlação