

PAULO ROBERTO DE LIMA MEIRELLES

**AValiação Nutricional e Cinética Ruminal do Caroço  
de Algodão para Vacas da Raça Holandesa  
em Lactação.**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Zootecnia - Nutrição de Ruminantes, para obtenção do grau de 'MESTRE'.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS  
LAVRAS - MINAS GERAIS

1992

PAULO ROBERTO DE LIMA MEIRELLES

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E CINÉTICA RUMINAL DO CAROÇO  
DE ALGODÃO PARA VACAS DA RAÇA HOLANDESA  
EM LACTAÇÃO.**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Zootecnia - Nutrição de Ruminantes, para obtenção do grau de 'MESTRE'.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS  
LAVRAS - MINAS GERAIS

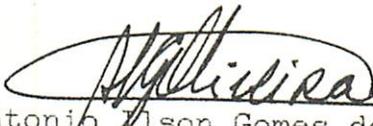
1992

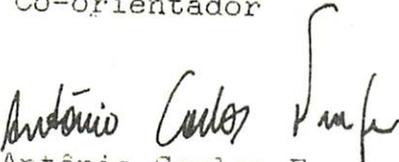


AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E CINÉTICA RUMINAL DO CAROÇO DE ALGODÃO  
PARA VACAS DA RAÇA HOLANDESA EM LACTAÇÃO

Aprovada em 20.10.92

  
Prof. Júlio César Teixeira  
Orientador

  
Prof. Antonio Elson Gomes de Oliveira  
Co-orientador

  
Prof. Antônio Carlos Fraga  
Co-orientador

  
Prof. Carlos Alberto Pereira de Rezende

A meus pais Aldair Alves Meirelles e  
Maria Luiza de Lima Meirelles.

A minha esposa Sílvia Maria e meus  
filhos André Luiz e Henrique.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), pela cessão dos animais necessários a condução do experimento de produção de leite.

A Escola Superior de Agricultura de Lavras pela oportunidade de realização deste curso.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela oportunidade e apoio para a realização deste curso.

A Algodoeira São Paulo Ltda., pela doação do caroço de algodão necessário a condução dos experimentos.

Em especial ao professor Júlio César Teixeira pela orientação, dedicação e amizade.

Aos professores Antônio Ilson Gomes de Oliveira e Antônio Carlos Fraga, pelos ensinamentos, apoio e amizade.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia que contribuíram para o enriquecimento de meus conhecimentos.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia em especial à Marcio dos Santos Nogueira, pela colaboração na realização das análises.

Aos funcionários da FAEPE, lotados na Fazenda Vitorinha, pela valorosa colaboração no manejo dos animais experimentais.

As alunas do Curso de Graduação em Zootecnia Edilane Aparecida da Silva e Rosa Amélia N. Braga pela inestimável colaboração na condução dos experimentos e análises laboratoriais.

A todos colegas do curso de pós-graduação do Departamento de Zootecnia pelo convívio e amizade.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para que este trabalho pudesse ser realizado.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Paulo Roberto de Lima Meirelles, filho de Aldair Alves Meirelles e Maria Luiza de Lima Meirelles, nasceu no Rio de Janeiro em 21 de julho de 1961.

Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em 1983.

Atuou entre 1983 e 1984 como Pesquisador/Bolsista do convênio PIEP/EMBRAPA, lotado na UEPAE - Macapá.

Atuou entre 1985 e 1986 como Zootecnista lotado na Secretaria de Agricultura do Território do Amapá.

Em 1987, foi aprovado em concurso público, sendo contratado pela EMBRAPA como Pesquisador, até os dias de hoje.

Iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia em 1990, na Escola Superior de Agricultura de Lavras, na área de Nutrição de ruminantes, defendendo tese em 20 de outubro de 1992.

## SUMÁRIO

|   | Pág. |
|---|------|
| 1. INTRODUÇÃO.....  | 01   |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA.....                             | 03   |
| 2.1 Caroço de algodão.....                                | 03   |
| 2.1.1 Composição Bromatológica.....                       | 03   |
| 2.1.2 Arraçamento de Vacas com o Caroço de algodão...03   |      |
| 2.1.3 Toxidez.....  | 07   |
| 2.2 Degradabilidade Ruminal.....                          | 09   |
| 3. MATERIAL E METODOS.....                                | 11   |
| 3.1 Localização e Fatores Climáticos.....                 | 11   |
| 3.2 Animais Experimentais.....                            | 11   |
| 3.3 Tratamentos.....                                      | 12   |
| 3.4 Obtenção das Formas Físicas do Caroço de Algodão..... | 15   |
| 3.4.1 Inteiro.....  | 15   |
| 3.4.2 Quebrado.....                                       | 15   |
| 3.4.3 Triturado.....                                      | 15   |
| 3.4.5 Moído.....  | 15   |
| 3.5 Manejo e Arraçamento dos Animais.....                 | 16   |
| 3.5.1 Experimento 1.....                                  | 16   |
| 3.5.2 Experimento 2.....                                  | 18   |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.6   | Procedimentos Estatísticos.....   | 18 |
| 3.7   | Coleta de amostras.....   | 22 |
| 3.7.1 | Alimentos.....  | 22 |
| 3.7.2 | Leite.....  | 22 |
| 3.8   | Análises Laboratoriais.....   | 23 |
| 3.8.1 | Alimentos e Resíduos Remanescentes nos Sacos de<br>Nylon Após Incubação.....            | 23 |
| 3.8.2 | Leite.....  | 23 |
| 3.8.3 | Presença de Caroços nas Fezes.....  | 24 |
| 1.    | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 25 |
| 4.1   | Composição do Caroço de Algodão.....  | 25 |
| 4.2   | Experimento 1 (Degradabilidade Ruminal).....  | 26 |
| 4.3   | Experimento 2.....  | 38 |
| 4.3.1 | Produção de Leite e Leite Corrigido Para 4% de<br>Gordura.....                          | 38 |
| 4.3.2 | Gordura.....  | 40 |
| 4.3.3 | Proteína.....   | 42 |
| 4.3.4 | Densidade, Acidez, Extrato Seco Total (EST) e<br>Extrato Seco Desengordurado (ESD)..... | 44 |
| 4.3.5 | Consumo de Volumoso.....  | 45 |
| 4.3.6 | Sinais de Intoxicação.....  | 46 |
| 4.3.7 | Presença de caroços nas Fezes.....  | 46 |
|       | CONCLUSÕES.....   | 47 |
|       | RESUMO.....   | 48 |

7. SUMMARY.....50

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....52

APÊNDICE.....59

## LISTA DE QUADROS

| Quadros   | Pág. |
|---|------|
| 1 - Composição Centesimal dos Concentrados Utilizados.....  | 13   |
| 2 - Composição Bromatológica do Caroço de Algodão nas Diferentes Formas Físicas, dos Concentrados, do Volumoso e dos Valores de PDR e PNDR na Base da MS.....   | 14   |
| 3 - Composição Química do Caroço de Algodão Inteiro Obtida por Alguns Autores, e Neste Experimento na Base da MS...   | 26   |
| 4 - Estimativa da Degradabilidade da Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Extrato Etéreo (EE), Com Suas Respectivas Degradabilidades Efetivas (MSEDR, PBEDR, FDNEDR e EEDR), nos diferentes Tempos de Incubação em %..... | 28   |
| 5 - Valores dos Coeficientes a, b e c das Equações Para Degradabilidade da MS, PB, FDN e EE e Respectivas Frações não Degradadas no Rumen (ND), nas diferentes Formas físicas.....  | 35   |
| 6 - Produção Média de Leite, e Leite Corrigido Para 4% de Gordura (kg).....   | 39   |

- 7 - Composição do Leite em Gordura, Proteína, Densidade, Acidez, Extrato Seco Total (EST) e Extrato Seco Desengordurado (ESD).....40
- 8 - Consumo Médio de Volumoso por Tratamento em kg/dia, na Matéria Natural (MN) e Matéria Seca (MS), com suas Respectivas Relações Volumoso:Concentrado.....45

## LISTA DE FIGURAS

| Figuras  | Pág. |
|--|------|
| 1 - Degradabilidade da MS do Caroço de Algodão nas Diferentes Formas Físicas.....  | 29   |
| 2 - Degradabilidade da PB do Caroço de Algodão nas Diferentes Formas Físicas.....  | 30   |
| 3 - Degradabilidade da FDN do Caroço de Algodão nas Diferentes Formas Físicas.....   | 31   |
| 4 - Degradabilidade do EE do Caroço de Algodão nas Diferentes Formas Físicas.....  | 32   |
| 5 - Frações Solúvel (a), Insolúvel (b), Insolúvel Potencialmente Degradável, Não Degradável (ND), Efetivamente Degradada (ED) e Efetivamente não Degradada (END) da MS, PB, FDN e EE, nas Diferentes Formas Físicas..... | 36   |

## 1. INTRODUÇÃO

Em alguns países como Estados Unidos, Israel e Canadá, o caroço de algodão é amplamente utilizado na alimentação de ruminantes, especialmente no caso de vacas leiteiras, pois sendo um alimento rico em proteína, energia e fibra (linter), contribui para a manutenção do equilíbrio energia:fibra nos animais de alta produção.

Só nos Estados Unidos, segundo COPPOCK et alii (1987), cerca de 20% do caroço de algodão produzido, foi vendido a produtores de leite, e fornecido às vacas sem qualquer tratamento prévio.

No Brasil, o uso do caroço de algodão para alimentação de ruminantes, está restrito a alguns produtores, que tem suas propriedades localizadas próximas as indústrias de beneficiamento do algodão em pluma, sendo esta utilização quase sempre intuitiva.

A produção de algodão no ano de 1991, foi de aproximadamente 1.100 mil toneladas, o que corresponde a uma produção de caroços estimada em 720 mil toneladas, (BRASIL, 1991).

Por outro lado, o conhecimento da degradabilidade ruminal dos diversos componentes dos alimentos, em especial a Proteína Bruta (PB), permite formular rações baseadas na Proteína Degradada no Rúmen (PDR) e Proteína não Degradada no Rúmen (PNDR), atendendo de uma forma mais realista às exigências dos microorganismos ruminais e do animal hospedeiro.

Informações relacionadas a PDR e PNDR, já são encontradas em várias tabelas internacionais, como o NRC (1989), sendo no entanto inexistentes nas tabelas específicas para o Brasil.

Torna-se portanto, de vital importância, o estudo da degradabilidade ruminal e pós ruminal dos vários alimentos de uso consagrado em nosso meio, bem como de outros com potencialidade de uso na alimentação de nossos rebanhos, como no caso do caroço de algodão.

Visando estudar este assunto, o presente trabalho objetivou avaliar através da técnica do saco de nylon, a degradabilidade ruminal da Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Extrato Etéreo (EE), do caroço de algodão em diferentes formas físicas (inteiro, quebrado, triturado e moído), bem como avaliar a influência das diferentes formas físicas do caroço de algodão, sobre a produção e características do leite de vacas Holandesas Preto e Branca.

## 2. REVISÃO DE LITKRATURA

### 2.1. Caroco de Algodão

#### 2.1.1. Composição Bromatológica

O caroco de algodão apresenta características nutricionais peculiares que o recomendam para utilização no arraçamento de vacas leiteiras. Seus elevados teores de energia, proteína e fibra, segundo SMITH et alii (1981), permitem sua ampla inclusão em rações para vacas leiteiras em início de lactação.

A composição do caroco de algodão segundo dados do NRC (1989) é : 92,0% MS, 23,0% PB, 24% FB, 44% FDN, 34% FDA, 24% celulose, 10% lignina, 4,8% cinza, 20% EE e 4,23 Mcal/kg de ED.

Na Itália, POLIDORI et alii (1986) trabalharam com caroco de algodão que apresentava 21,69% de PB, 18,19% de EE e 35% de FB.

O línter, representa segundo COPPOCK et alii (1985), cerca de 10% do peso do caroco de algodão, e é composto quase que completamente por celulose pura, sendo altamente digestível.

#### 2.1.2. Arraçamento de Vacas com o Caroco de Algodão

De acordo com COPPOCK et alii (1987), o principal efeito do caroco de algodão, reside no aumento da porcentagem de gordura do leite na ordem de 0.2 a 0.3 unidades percentuais. Os autores explicam que vários fatores

concorrem para esse efeito benéfico, destacando-se a digestão da celulose presente no linter, aumentando a concentração de ácido acético, utilizado na síntese de gordura do leite. Por outro lado, ANDERSON et alii (1979), FERREIRA (1988) e KENT (1989), não observaram alterações significativas no teor de gordura do leite em seus trabalhos.

O aumento observado nos níveis de gordura do leite de vacas alimentadas com caroço de algodão inteiro, decorre de uma "proteção" oferecida ao óleo que está envolvido pela casca do caroço (BATH, 1982). Essa proteção faz com que grande parte desse óleo escape da degradação ruminal. Nestes casos, a manteiga produzida a partir desse leite, apresenta uma consistência semelhante a margarina, devido ao aumento nos níveis de ácidos graxos poli-insaturados.

A redução na porcentagem de proteína no leite, especialmente da fração caseína quando se usa caroço de algodão, tem sido observada em vários trabalhos (ANDERSON et alii, 1979; SMITH et alii, 1981; DOWLEN et alii (1984), e POLIDORI et alii (1986), podendo chegar de acordo com SUTTON (1989), a até 0,3%.

Segundo PALMQUIST & JENKINS (1980), a redução dos níveis proteicos no leite, é um fenômeno que ocorre frequentemente quando se suplementa gordura para ruminantes, especialmente gordura "protegida".

Embora o mecanismo causador dessa depressão seja até o momento desconhecido (WILKS et alii, 1991), alguns pesquisadores

tem procurado minimizar esse problema, como no caso de HORNER et alii (1986), que conseguiram aumentar a porcentagem de proteína no leite, através da adição de niacina em rações para vacas no início de lactação. A explicação para esse fato, segundo os autores, é que a niacina, reverteria possíveis efeitos negativos que o óleo do caroço de algodão poderia estar exercendo sobre fermentação ruminal. Além disso, a niacina atua aumentando os níveis sanguíneos de glicose e insulina, sugerindo um efeito positivo no balanço energético.

Por outro lado, LANHAM et alii (1988), trabalhando com vacas no final da lactação expostas à temperaturas elevadas, não observaram qualquer efeito positivo da niacina em relação a síntese de caseína no leite.

A redução causada na transferência de aminoácidos para o interior da glândula mamária, provocada por um aumento na resistência a insulina por parte do tecido mamário, é apresentada por PALMQUIST & MOSER (1981), como uma provável justificativa para a queda nos níveis proteicos do leite nos casos de suplementação com gordura.

MOODY & BARNES (1978), observaram que o óleo do caroço de algodão oferecido isoladamente, diminui o teor de gordura do leite quando comparado com o caroço de algodão integral. Segundo os autores, o óleo oferecido é utilizado muito rapidamente quando comparado com o óleo que se encontra contido no interior do caroço, deprimindo a síntese de gordura.

Ao utilizarem níveis de 0, 5, 15 e 25% do caroço de algodão para vacas em lactação, SMITH et alii (1981), observaram aumento no teor de gordura do leite nos tratamentos que utilizavam 15 e 25% de caroço, bem como na digestibilidade da Matéria Seca, Fibra Bruta, Fibra em Detergente Acido, Celulose e absorção de Ca, P e Mg.

Trabalhando com níveis de 0, 15 e 30% de caroço de algodão para vacas leiteiras, CHICK et alii (1986), concluíram que o tratamento que forneceu 30% de caroços, foi o que propiciou maior eficiência bruta na produção de leite (kg de leite/kg de MS ingerida).

Após utilizarem caroço de algodão em níveis de 10, 20, 30 e 40% do total de concentrado fornecido para vacas em lactação, ANDERSON et alii (1979), concluíram que não ocorreram diferenças significativas na ingestão de feno, silagem, Matéria Seca, Energia Total e produção de leite. Os autores observaram também uma tendência de diminuição na utilização de proteína com o aumento da concentração de caroço de algodão. Os tratamentos com 10 e 20% de caroço de algodão, foram os que apresentaram as melhores produções de leite.

De acordo com VAN HORN et alii (1984) e COPPOCK et alii (1985), a presença de línter promoveu um aumento na ruminação, colaborando para uma completa degradação do caroço a nível de rúmen.

TEIXEIRA et alii (1988), utilizando a técnica do saco de náilon em vacas leiteiras, observaram que o caroço de

algodão sem linter apresentou maior digestibilidade que o caroço com linter. Os referidos autores ressaltam que, de uma maneira geral o caroço de algodão é praticamente todo degradado no rúmen, sendo pouca a disponibilidade de proteína não degradada no rúmen.

### 2.1.3. Toxidez

Os principais problemas decorrentes do uso do caroço ou do farelo de algodão, são segundo COPPOCK et alii (1987), a intoxicação por gossipol, por micotoxinas produzidas por *Aspergillus flavus* ou pelos ácidos graxos malvático e estercúlico.

Os autores ressaltam porém, que a presença de micotoxinas e dos ácidos malvático e estercúlico até o momento não causaram maiores problemas para vacas leiteiras. A amoniação que é muito utilizada nos caroços de algodão nos Estados Unidos, contribui em grande parte para o não surgimento desse tipo de problemas, pois a amônia inativa a aflatoxina.

O gossipol ( $C_{30}H_{30}O_8$ ) é um alcalóide polifenólico que foi sintetizado pela primeira vez por EDWARD (1958). Sua produção ocorre nas glândulas internas, presentes na parte aérea das plantas pertencentes ao gênero *Gossypium*.

Apresenta efeitos tóxicos principalmente em monogástricos. RANDERL et alii (1992), sendo os ruminantes praticamente imunes aos efeitos negativos, desde que não recebam quantidades exageradas de caroço.

Baseados na informação de que os ruminantes são pouco sensíveis a intoxicação por gossipol, REISER & FU (1962), realizaram um ensaio visando identificar de que maneira o gossipol é neutralizado no rúmen. Os autores observaram o desaparecimento de dois moles de lisina por mol de gossipol, concluindo que o mecanismo de detoxicação do gossipol, ocorre pela ligação deste com a proteína solúvel, e que a ligação permanece durante o processo de digestão da proteína.

HAWKINS et alii (1985), estudando a presença de possíveis efeitos fisiológicos em vacas leiteiras alimentadas com um concentrado contendo 31% de caroço de algodão inteiro, encontraram 1,21mg/ml de gossipol no plasma sanguíneo, sugerindo que para as condições experimentais por eles utilizadas, provavelmente ocorreu alguma absorção de gossipol. Entretanto, os autores ressaltam que os animais não externaram qualquer sinal de intoxicação.

De acordo com estudos conduzidos por SMITH et alii (1980), níveis de até 30% de caroço de algodão em rações para vacas leiteiras, não provocam sintomas de intoxicação.

Smalley & Bicknell (1982) citados por RANDÉL et alii (1992), foi o único caso encontrado na literatura consultada, relacionado a intoxicação por gossipol em vacas leiteiras alimentadas com caroço de algodão. Os autores ressaltam que os animais estavam recebendo entre 2,7 a 4,5 Kg de caroço/vaca/dia, sendo que esse consumo pode ter suplantado a capacidade ruminal de detoxicação, resultando na absorção de quantidades

potencialmente tóxicas de gossipol. Mesmo assim apenas um animal morreu.

Trabalhando com até 55% de caroços de algodão no arraçamento de vacas em lactação, COPPOCK et alii (1985), não encontraram evidências de intoxicação em 11 componentes sanguíneos. Cabe salientar que os animais recebiam o concentrado *ad libitum*, sendo que algumas vacas chegaram a consumir 5,05 kg/dia de caroço de algodão.

## 2.2. Degradabilidade Ruminal

As necessidades proteicas de vacas em lactação, são supridas pela proteína microbiana sintetizada no rúmen a partir da proteína degradada do alimento consumido; pelo Nitrogênio endógeno e pela proteína dietética não degradada no rúmen ("bypass protein"), aproveitada posteriormente no intestino delgado. A fração do alimento degradada no rúmen, é convertida em amônia, ácidos graxos voláteis e CO<sub>2</sub>, sendo que uma porção dessa amônia é utilizada para a síntese microbiana (HA & KENNELLY, 1984 e BOER et alii, 1987a).

Segundo ORSKOV & McDONALD (1979), existem basicamente dois métodos para se determinar a degradabilidade proteica no rúmen: método *in vivo* e método *in situ*. O primeiro método baseia-se na medição da quantidade de proteína dietética que chega ao abomaso, enquanto o segundo depende da incubação no rúmen do animal de sacos de náilon contendo amostras do alimento por determinados períodos de tempo. O método *in*

vivo, requer animais fistulados no rúmen e intestino delgado, exigindo coletas de amostras de digesta nestes locais por longos períodos de tempo. Além disso, deve-se assegurar que a proteína microbiana e a proteína dietética sejam devidamente separadas. Já o método *in situ*, além de não apresentar tantos inconvenientes, permite ainda estimar a taxa de degradação de diferentes materiais no rúmen, o que é tão importante quanto a quantidade total degradada, ROMERO (1990).

A técnica de incubação *in situ*, foi primeiramente utilizada por QUIN et alii (1938), que utilizaram sacos cilíndricos de seda natural incubados no rúmen de ovinos fistulados para medir a digestão de vários alimentos. Posteriormente, esse processo foi aperfeiçoado (VAN KEUREN & HEINEMANN, 1962; BULLIS et alii, 1967; ORSKOV & McDONALD, 1979; MEHREZ & ORSKOV, 1977 e BOER et alii, 1987b), sendo que atualmente utilizam-se sacos de dacron (poliéster), mais baratos, e com baixo teor de Nitrogênio.

BOER et alii (1987a), afirmam que a técnica do saco de náilon, é o método mais aceito e usado para se estimar a degradação ruminal da proteína dietética.

Além disso, o AFRC (1987), recomenda o uso rotineiro da técnica do saco de náilon para avaliação de alimentos, ressaltando seu baixo custo e rapidez.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e Fatores Climáticos

Foram conduzidos dois experimentos. O primeiro, localizado no Setor de Bovinos Leiteiros do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura de Lavras usando vacas holandesas não lactantes, fistuladas no rúmen, e o segundo localizado na Fazenda Vitorinha pertencente a Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, FAEPE, distante 10 km da Cidade de Lavras, utilizando vacas holandesas em lactação.

O Município de Lavras, na Região Sul do Estado de Minas Gerais está geograficamente definido pelas coordenadas de 21°14' de Latitude Sul e 45°00' de Longitude Oeste de Greenwich, com uma altitude média de 910 metros (CASTRO NETO, 1980). O clima nos dois locais é do tipo Cwb segundo a classificação de Koppen, tendo duas estações definidas: seca de abril a setembro e chuvosa de outubro a março. A precipitação anual média é de 1.493,2mm, com temperaturas média máxima de 26,0°C, e média mínima de 14,6°C (VILELA & RAMALHO, 1980).

#### 3.2. Animais Experimentais

No primeiro experimento foram utilizadas 3 vacas Holandesas não lactantes providas de fístulas ruminais permanentes de borracha, com peso médio de 400 kg.

No segundo experimento foram utilizadas 8 vacas holandesas, selecionadas após terem atingido 60 dias de lactação.

Nos dois experimentos, os animais pertenciam a variedade preto a branca, com grau de sangue P.C..

### 3.3. Tratamentos

No primeiro experimento, as quatro formas físicas do caroço de algodão foram incubadas no rúmen das três vacas fistuladas, utilizando-se a técnica do saco de náilon, proposta por ORSKOV & McDONALD (1979), seguindo-se algumas modificações sugeridas por NOCEK (1988).

No segundo experimento tratamentos constituíram-se de 4 concentrados, formulados para serem isoproteicos e isoenergéticos de acordo com as exigências nutricionais extraídas do NRC (1989), balanceados para conter 19% de P.B. e 3200 Kcal de E.M., e de uma mistura volumosa composta de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) em partes iguais.

Os concentrados continham milho sob a forma de fubá, calcáreo, uréia, premix, mais o caroço de algodão em diferentes formas físicas (inteiro, quebrado, triturado e moído).

Em virtude da pequena variação na composição bromatológica apresentada pelas diferentes formas físicas do caroço de algodão, optou-se pela formulação de um concentrado referência, onde variou-se somente as formas físicas do caroço no momento do preparo da mistura.

As proporções dos ingredientes nos concentrados, são apresentadas no Quadro 1.

QUADRO 1 - Composição centesimal dos concentrados utilizados.

| Componentes           | CONCENTRADOS |      |      |      |
|-----------------------|--------------|------|------|------|
|                       | I            | II   | III  | IV   |
| Fubá de Milho         | 61,0         | 61,0 | 61,0 | 61,0 |
| Caroço de Algodão:    |              |      |      |      |
| Inteiro               | 35,0         | -    | -    | -    |
| Quebrado              | -            | 35,0 | -    | -    |
| Triturado             | -            | -    | 35,0 | -    |
| Moído                 | -            | -    | -    | 35,0 |
| Uréia <sup>1</sup>    | 2,0          | 2,0  | 2,0  | 2,0  |
| Calcareo <sup>2</sup> | 1,0          | 1,0  | 1,0  | 1,0  |
| Premix <sup>3</sup>   | 1,0          | 1,0  | 1,0  | 1,0  |

1 - Uréia Petrofértil (45% de N)

2 - Cical - 37,92% Ca

3 - Nutrian (Ca - 16%; P - 9%; Na - 12,0%; Mg - 0,2%; S - 0,40%; Se - 3mg; Vit.A - 30.000 UI; Vit.D - 150.000 UI; Vit.E - 50 UI.

As composições bromatológicas das diferentes formas físicas do caroço de algodão, dos concentrados, e volumoso utilizados, assim como os valores de PDR e PNDR, estão apresentadas no Quadro 2.

QUADRO 2 - Composição bromatológica do caroço de algodão (%) nas diferentes formas físicas, dos concentrados, do volumoso e os valores de PDR e PNDR na base da MS.

| Caroço de algodão <sup>1</sup> | MS   | PB   | PDR         | PNDR        | FDN  | EE   |
|--------------------------------|------|------|-------------|-------------|------|------|
| Inteiro                        | 90,1 | 22,6 | 2,3         | 20,5        | 47,9 | 19,5 |
| Quebrado                       | 90,2 | 22,8 | 3,3         | 19,5        | 47,5 | 19,3 |
| Triturado                      | 90,2 | 22,7 | 12,8        | 9,9         | 46,9 | 19,2 |
| Moido                          | 90,2 | 22,7 | 15,3        | 6,4         | 46,7 | 19,1 |
| Concentrados <sup>1</sup>      |      |      |             |             |      |      |
| I                              | 86,0 | 19,0 | 9,0 (47,4)  | 10,0 (52,6) | 22,8 | 8,6  |
| II                             | 86,8 | 19,0 | 9,4 (49,5)  | 9,6 (50,5)  | 22,7 | 8,5  |
| III                            | 87,0 | 18,5 | 12,7 (67,2) | 6,2 (32,8)  | 22,8 | 8,8  |
| IV                             | 86,8 | 19,0 | 13,9 (73,2) | 5,1 (26,8)  | 22,8 | 8,7  |
| Volumoso                       | 26,0 | 2,6  | -           | -           | 70,5 | 0,5  |

1 - Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da ESAL.

### **3.4. Obtenção das Formas Físicas do Caroço de Algodão**

#### **3.4.1. Inteiro**

Utilizou-se o caroço de algodão inteiro, com linter, colhido na safra de 1990, oriundo da Região do Triângulo Mineiro, da forma em que foi retirado da indústria de beneficiamento.

#### **3.4.2 Quebrado**

Utilizou-se o mesmo caroço já citado, sendo que desta vez, espalhou-se uma camada de caroços com aproximadamente 5 cm de espessura, sobre uma superfície de alvenaria, passando-se por cinco vezes sobre essa camada um rolo compressor de 3 toneladas.

#### **3.4.3 Triturado**

Triturou-se o caroço de algodão em um moinho de martelo, onde a peneira foi retirada, obtendo-se um material com uma granulometria de aproximadamente 5mm.

#### **3.4.4 Moído**

O caroço moído foi obtido após a passagem do caroço inteiro por um moinho de martelo provido de uma peneira de 2mm.

A rotina para a obtenção das formas físicas anteriormente citadas, era repetida semanalmente, na véspera do preparo do concentrado, visando evitar a perda de óleo do caroço por rancificação.

### 3.5 Manejo e Arraçamento dos Animais

#### 3.5.1 Experimento 1

As três vacas do primeiro experimento, receberam 3,0 Kg/cabeça/dia, dividido em duas porções iguais de manhã e à tarde do concentrado I, que continha caroço de algodão inteiro durante 15 dias, no período de 13/01/92 a 27/01/92, sendo que as incubações ocorreram nos últimos oito dias. O fornecimento do concentrado contendo caroço de algodão 7 dias antes do início do ensaio, objetivou adaptar os microorganismos ruminais a uma dieta contendo caroço de algodão. Além do concentrado, as vacas recebiam também diariamente 25,0 kg/cabeça/dia de capim elefante picado.

Neste experimento, utilizou-se a técnica da degradabilidade *in situ*, através do uso de sacos de náilon incubados no rúmen, onde foram utilizados sacos de poliéster medindo 5 x 7cm com porosidade de 50  $\mu$ m fechados à quente em máquina seladora (TEIXEIRA et alii, 1988).

Primeiramente, os sacos foram colocados em estufa a 60°C com ventilação forçada por oito horas, retirados e colocados em dessecador até resfriarem, sendo então pesados.

Posteriormente foram colocadas as amostras (quatro formas físicas), na quantidade de aproximadamente 1g por saco, objetivando-se obter uma relação entre 10 a 20mg de MS de amostra/cm<sup>2</sup> de superfície dos sacos, conforme recomendação de

NOCEK (1988), sendo em seguida fechados e colocados em estufa com ventilação forçada à uma temperatura de 60°C durante oito horas, retirados, e depositados em dessecador para resfriarem e serem pesados.

Os sacos foram então colocados em uma sacola de filó, medindo 15 x 30cm, juntamente com um pequeno peso de chumbo de 100g. A sacola foi então amarrada com um fio de náilon, deixando-se um comprimento livre de 1m. A sacola de filó foi então depositada no rúmen por 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 8,0; 12,0; 24,0 e 48,0 horas, permanecendo a extremidade do fio de náilon amarrado à cânula. Este procedimento foi repetido para cada uma das 3 vacas fistuladas.

Foram confeccionados 4 sacos/tratamento/tempo/animal, perfazendo um total de 624 sacos.

Após terminado cada tempo de incubação, as sacolas de filó foram retiradas do rúmen, abertas, e os sacos de náilon contendo as amostras, imediatamente lavados em máquina apropriada para lavagem dos sacos, conforme modelo apresentado por BOER et alii (1987b) e colocados em estufa à 60°C durante oito horas, resfriados em dessecador e pesados.

Os sacos referentes ao tempo zero (utilizados para se determinar a fração prontamente solúvel), foram introduzidos na massa ruminal e imediatamente retirados, recebendo então o mesmo tratamento destinado aos demais tempos.

### 3.5.2. Experimento 2

Os oito animais do segundo experimento foram mantidos estabulados individualmente, ordenhados mecânicamente duas vezes ao dia, (5:00 e 14:00 horas), sendo soltos para se exercitarem uma vez ao dia antes da ordenha da manhã.

O concentrado foi fornecido duas vezes ao dia à base de 8,0 kg/cabeça dividido em porções iguais.

Em virtude dos animais estarem condicionados à ordenha mediante o fornecimento do concentrado, optou-se por essa rotina, sendo que no caso de sobra após o final da ordenha, esta era levada para o cocho localizado na baia individual do animal.

Após o término da ordenha, os animais eram levados de volta aos abrigos individuais, onde aguardava-se o consumo do concentrado que porventura sobrasse da ordenha, sendo então fornecido o volumoso à base de 30 Kg/dia dividido em partes iguais. As sobras diárias do volumoso eram pesadas para determinação do consumo.

### 3.6. Procedimentos Estatísticos

No caso do primeiro experimento, os dados obtidos sobre as degradabilidades da MS, PB, FDN e EE (variável dependente), nos diferentes tempos de incubação (variável independente), foram

ajustados para uma regressão não linear pelo método de GAUSS-NEWTON, conforme a equação proposta por ORSKOV & McDONALD (1979):

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

Onde:

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

a = intercepto da curva de degradabilidade quando t é igual a 0, correspondendo a fração solúvel do componente nutritivo analisado;

b = potencial de degradabilidade da fração insolúvel do componente nutritivo analisado;

a + b = degradabilidade potencial do componente nutritivo analisado, quando o tempo t, não é um fator limitante;

c = taxa de degradação por ação fermentativa, da fração b.

Uma vez calculadas as constantes a, b e c, estas foram aplicadas à equação proposta por ORSKOV & McDONALD (1979):

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

Onde:

P = Degradabilidade ruminal efetiva do componente nutritivo analisado;

k = Taxa de passagem ruminal do alimento.

Assumiu-se uma Taxa de Passagem de digesta para o duodeno de 0,5% por hora (ORSKOV & McDONALD, 1979).

Obteve-se então as degradabilidades efetivas ruminais, expressas em termos de Matéria Seca Efetivamente Degradada no Rúmen, (MSEDR), Proteína Bruta Efetivamente Degradada no Rúmen (PBEDR), Fibra em Detergente Neutro Efetivamente Degradada no Rúmen (FDNEDR) e Extrato Etéreo Efetivamente Degradado no Rúmen (EEDR).

No segundo experimento, foi adotado o quadrado latino, em um ensaio alternativo "change over" (COCHRAN & CANNON, 1941). Foram formados 2 quadrados latinos 4 x 4 cada um aplicado a 4 animais com produção leiteira o mais semelhante possível.

Adotou-se uma fase de adaptação de 21 dias antes do início do primeiro período de comparação, onde os animais deixaram de receber o concentrado que era fornecido rotineiramente, passando a receber o concentrado experimental I, sendo designados aos quadrados latinos, de acordo com as produções de leite observadas durante esta fase de adaptação.

Cada animal funcionou como coluna e os períodos de comparação como linha. Cada período teve a duração de 21 dias assim distribuídos:

- 1º Período : de 15/03 a 04/04;
- 2º Período : de 05/04 a 25/04;
- 3º Período : de 26/04 a 16/05;
- 4º Período : de 17/05 a 06/06.

Com o objetivo de eliminar a presença de efeitos residuais dos tratamentos, optou-se pela não utilização dos dados coletados

nas duas primeiras semanas de cada período de comparação, considerando-se apenas as observações efetuadas na última semana de cada período.

Neste caso, as análises obedeceram ao seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + D_{(i)j} + C_{(i)k} + T_l + (\alpha\tau)_{il} + E_{ijkl}$$

onde:

$Y_{ijkl}$  = variável dependente observada na vaca  $j$  que no período  $k$  e no quadrado latino  $i$ , recebeu o tratamento  $l$ ;

$\mu$  = média geral;

$\alpha_i$  = efeito do quadrado latino  $i$ , sendo  $i = 1, 2$ ;

$D_{(i)j}$  = efeito da vaca  $j$  hierarquizada com o quadrado latino  $i$ ;

$C_{(i)k}$  = efeito do período  $k$  hierarquizado com o quadrado latino  $i$ ;

$T_l$  = efeito do tratamento  $l$ , sendo  $l = 1, 2, 3, 4$ ;

$(\alpha\tau)_{il}$  = efeito da interação quadrado latino x tratamento;

$E_{ijkl}$  = erro ocorrido na variável dependente observada na vaca  $j$  que no período  $k$  e no quadrado latino  $i$ , recebeu o tratamento  $l$ .

Os dados obtidos nos dois experimentos foram analisados pelo pacote computacional SAEG, descrito por EUCLIDES (1983).

### 3.7. Coleta das Amostras

#### 3.7.1. Alimentos

As amostras dos concentrados foram coletadas semanalmente, no momento do preparo, sendo realizada também a amostragem do volumoso. As amostras eram então acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em um freezer para posterior análise.

#### 3.7.2. Leite

As amostras do leite foram obtidas durante os quatro últimos dias de cada período de comparação. O leite era coletado após a ordenha da manhã, de cada animal, em um volume de aproximadamente 250ml, sendo acondicionados em frascos apropriados e levados imediatamente para análise no Laboratório de Laticínios do Departamento de Ciência dos Alimentos da ESAL.

A produção de leite corrigida para 4% de gordura, foi calculada pela fórmula de Gaines, citada por JOHANSSON & RENDEL (1972).

$$LCG = (0,4 \times P) + (0,15 \times P \times G)$$

Onde:

LCG = Quantidade de leite corrigida para 4% de gordura,

P = Quantidade de leite produzido,

G = % de gordura do leite.



### **3.8. Análises Laboratoriais**

#### **3.8.1. Alimentos e Resíduos Remanescentes nos Sacos de Náilon Após Incubaçã**

Os alimentos foram analisados quanto aos teores de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), e Extrato Etéreo segundo o A.O.A.C. (1979), enquanto a Fibra em Detergente Neutro (FDN) seguiu a metodologia descrita por GOERING & VAN SOEST (1970). As análises foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da ESAL.

Os 12 sacos referentes a cada forma física/tempo incubados nos três animais, foram abertos, e os resíduos formaram então uma amostra composta, utilizada nas análises laboratoriais para MS, PB, FDN e EE.

#### **3.8.2. Leite**

Foram feitas determinações de Gordura (G), Densidade(D), Acidez(A), Extrato Seco Total (EST) e Extrato Seco Desengordurado (ESD), de acordo com BRASIL (1980).

As determinações de Proteína Bruta, foram feitas segundo SILVA (1990), substituindo-se o fator 6,25 pelo fator específico para o leite que é 6,38.

### 3.8.3. Presença de Caroços nas Fezes

Foi feita a pesagem do número de caroços presente em 250g do concentrado I. Posteriormente, durante os últimos quatro dias de cada período experimental, foram coletados 2,0kg de fezes de cada um dos dois animais que receberam o concentrado I. O total de fezes coletado em cada período foi homogeneizado, e colocado em estufa com ventilação forçada a 60°C durante 48 horas. Desse material, foi então retirada uma alíquota de 250g e feita a pesagem do número de caroços, sendo o resultado expresso em termos de porcentagem de caroços nas fezes em relação ao ingerido. Ao final do experimento, foi feita uma média considerando-se os quatro períodos experimentais.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Composição do Caroço de Algodão

Como pode ser observado no Quadro 2, o processamento alterou muito pouco a composição química do caroço de algodão.

A composição química do caroço de algodão na forma inteira obtida neste trabalho, e por vários autores, (Quadro 3), mostra que os valores obtidos neste experimento aproximam-se bastante daqueles encontrados em outros trabalhos.

Os resultados encontrados para a PB (25,2%) e o EE (21,2%) na base da MS do caroço moído, foram semelhantes aos observados por PENA et alii (1986), para o caroço de algodão moído utilizando peneira de 2 mm (25,3 e 20,6 para PB e EE respectivamente, na base da MS).

Trabalhando com uma variedade sem línter, HARPER et alii (1992) observaram que a moagem do caroço, reduziu significativamente os níveis de PB e EE.

Nos últimos anos vários estudos têm sido conduzidos, com o objetivo de avaliar a influência do tipo de processamento de alimentos sobre a degradabilidade ruminal, digestibilidade intestinal e produção de leite em vacas leiteiras. Estes trabalhos tem avaliado principalmente o milho, a cevada e últimamente o sorgo, sendo poucos os trabalhos encontrados na literatura consultada que se dedicaram ao estudo do processamento físico do caroço de algodão.

Quadro 3. Composição química do caroço de algodão inteiro obtida por alguns autores na base da MS.

|                         | MS(%) | PB(%) | FDN(%) | EE(%) |
|-------------------------|-------|-------|--------|-------|
| ANDERSON et alii (1979) | 93,2  | 22,7  | -      | 21,7  |
| SMITH et alii (1981)    | -     | 22,3  | -      | 20,2  |
| PENA et alii (1986)     | -     | 24,2  | -      | 21,1  |
| POLIDORI et alii (1986) | 90,2  | 24,0  | -      | 20,2  |
| FERREIRA (1988)         | 90,3  | 25,3  | -      | 19,4  |
| NRC (1989)              | 92,0  | 23,0  | 44,0   | 20,0  |
| HARPER et alii (1992)   | 96,3  | 20,0  | 51,8   | 18,2  |
| MEDIA DOS AUTORES       | 92,4  | 23,1  | 47,9   | 20,1  |
| NESTE EXPERIMENTO       | 90,1  | 22,8  | 47,9   | 19,5  |

#### 4.2. Experimento 1 (Degradabilidade Ruminal)

Os resultados observados sobre as degradabilidades estimadas da Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Extrato Etéreo (EE), bem como suas respectivas Degradabilidades Efetivas (MSEDR, PBEDR, FDNEDR e EEDR), nos diferentes tempos de incubação, para as quatro formas físicas do caroço de algodão são apresentadas no Quadro 4 e nas Figuras 1 a 4.

Pode-se observar que as Degradabilidades Estimadas e Efetivas dos componentes nutricionais estudados, foram afetadas tanto pelo tempo de incubação como pelo tipo de processamento.

Para todas as formas físicas, os componentes nutricionais atingiram suas degradabilidades efetivas entre 12 e 24 horas, exceto no caso da PB do algodão triturado e moído, que alcançaram suas degradabilidades efetivas entre 8 e 12 horas.

A moagem, quando comparada ao caroço inteiro, promoveu incrementos nas degradabilidades efetivas de 4,2; 7,2; 3,5 e 2,9 vezes para MS, PB, FDN e EE respectivamente. Observa-se que o processamento físico, promove uma redução no tamanho das partículas, oferecendo uma maior superfície para o ataque microbiano o que resulta em uma degradação mais efetiva das formas físicas mais intensamente processadas quando comparadas entre si, e com o caroço de algodão inteiro.

**Quadro 4 - Estimativa da degradabilidade da Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Extrato Etéreo (EE), com suas respectivas Degradabilidades Efetivas (MSEDR, PBE DR, FDNE DR, EEDR), nos diferentes tempos de incubação em %.**

| Alimentos  | Tempo de incubação (h) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | MSEDR<br>%     |
|------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
|            | 0                      | 0,5  | 1,0  | 1,5  | 2,0  | 2,5  | 3,0  | 3,5  | 4,0  | 8,0  | 12,0 | 24,0 | 48,0 |                |
| <b>MS</b>  |                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| Inteiro    | 3,4                    | 3,8  | 4,1  | 4,4  | 4,8  | 5,1  | 5,4  | 5,7  | 6,0  | 8,2  | 10,0 | 13,6 | 16,7 | 10,7           |
| Quebrado   | 5,8                    | 6,4  | 6,9  | 7,5  | 8,0  | 8,5  | 9,0  | 9,5  | 9,9  | 13,3 | 16,1 | 21,7 | 26,5 | 17,2           |
| Triturado  | 8,8                    | 9,9  | 11,1 | 12,2 | 13,2 | 14,3 | 15,3 | 16,3 | 17,2 | 24,1 | 29,8 | 41,3 | 51,1 | 32,0           |
| Moido      | 15,2                   | 16,6 | 18,1 | 19,5 | 20,9 | 22,2 | 23,5 | 24,8 | 26,0 | 34,9 | 42,2 | 57,0 | 69,6 | 45,1           |
| <b>PB</b>  |                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| Inteiro    | 3,2                    | 3,5  | 3,8  | 4,1  | 4,4  | 4,7  | 4,9  | 5,2  | 5,5  | 7,4  | 9,0  | 12,6 | 16,2 | PBE DR<br>10,0 |
| Quebrado   | 7,1                    | 7,5  | 7,8  | 8,2  | 8,5  | 8,9  | 9,2  | 9,5  | 9,8  | 12,1 | 14,0 | 17,7 | 20,9 | 14,7           |
| Triturado  | 18,3                   | 23,7 | 26,0 | 28,3 | 30,4 | 32,5 | 34,5 | 36,4 | 38,2 | 50,1 | 59,5 | 74,1 | 81,9 | 56,4           |
| Moido      | 20,4                   | 26,0 | 31,2 | 35,9 | 40,2 | 44,2 | 47,6 | 51,1 | 54,1 | 70,5 | 78,4 | 85,1 | 86,0 | 71,8           |
| <b>FDN</b> |                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| Inteiro    | 0,75                   | 1,0  | 1,3  | 1,5  | 1,8  | 2,0  | 2,3  | 2,5  | 2,8  | 4,6  | 6,2  | 10,0 | 14,5 | FDNE DR<br>7,5 |
| Quebrado   | 0,70                   | 1,2  | 1,7  | 2,2  | 2,7  | 3,2  | 3,7  | 4,2  | 4,7  | 8,2  | 11,2 | 18,6 | 27,3 | 13,8           |
| Triturado  | 0,80                   | 1,4  | 2,0  | 2,5  | 3,1  | 3,6  | 4,2  | 4,7  | 5,3  | 9,9  | 13,5 | 21,3 | 29,2 | 15,6           |
| Moido      | 0,80                   | 1,9  | 3,1  | 4,2  | 5,3  | 6,3  | 7,4  | 8,4  | 9,5  | 16,7 | 22,9 | 36,6 | 50,3 | 26,6           |
| <b>EE</b>  |                        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                |
| Inteiro    | 1,2                    | 2,0  | 2,9  | 3,7  | 4,6  | 5,3  | 6,0  | 6,8  | 7,4  | 12,6 | 16,8 | 25,4 | 32,7 | EEDR<br>18,5   |
| Quebrado   | 2,1                    | 3,7  | 5,3  | 6,9  | 8,4  | 9,9  | 11,5 | 12,8 | 14,2 | 24,0 | 32,1 | 48,6 | 62,6 | 35,4           |
| Triturado  | 3,1                    | 5,0  | 6,8  | 8,5  | 10,2 | 11,8 | 13,6 | 15,2 | 16,8 | 27,9 | 37,1 | 55,8 | 71,6 | 40,8           |
| Moido      | 3,9                    | 6,6  | 9,2  | 11,7 | 14,1 | 16,5 | 18,8 | 21,0 | 23,2 | 38,4 | 50,3 | 72,9 | 89,2 | 53,2           |

- 1 -  $Y = 3,4 + 14,6(1 - e^{-0,05t})$   $R^2 = 92,6$   
 2 -  $Y = 5,8 + 22,8(1 - e^{-0,05t})$   $R^2 = 98,6$   
 3 -  $Y = 8,8 + 46,5(1 - e^{-0,05t})$   $R^2 = 92,5$   
 4 -  $Y = 15,2 + 59,8(1 - e^{-0,05t})$   $R^2 = 83,0$

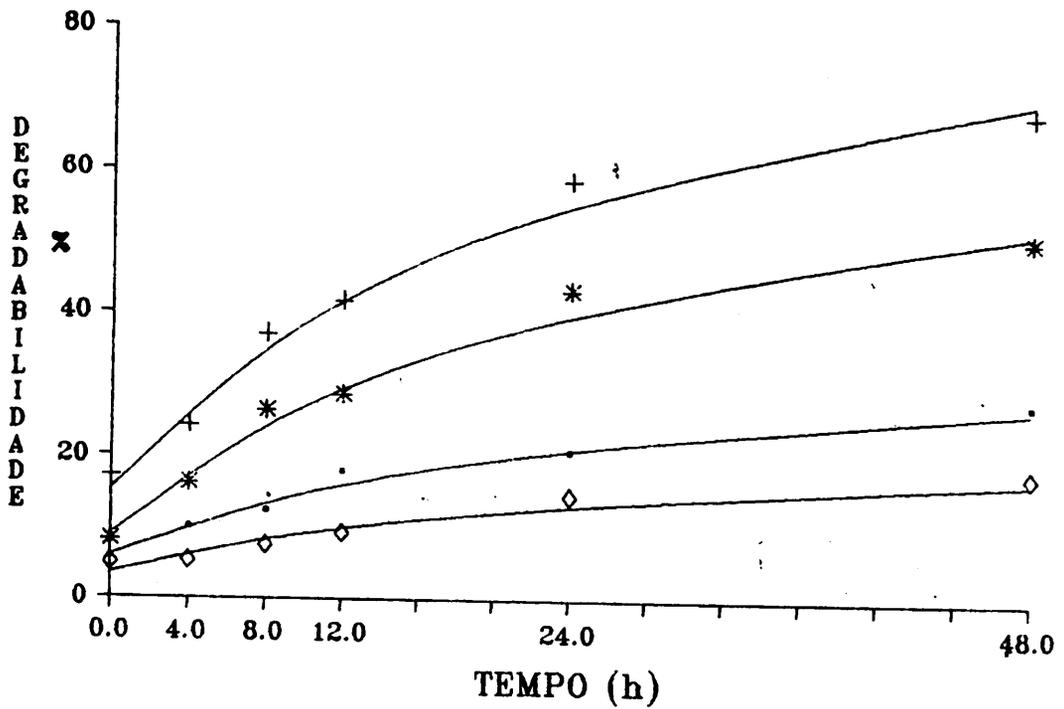


Figura 1. Degradabilidade estimada para a Matéria Seca (MS) do caroço de algodão nas diferentes formas físicas.

- 1 -  $Y = 3,2 + 15,3(1 - e^{-0,04t})$   $R^2 = 94,3$   
 2 -  $Y = 7,1 + 15,2(1 - e^{-0,05t})$   $R^2 = 97,5$   
 3 -  $Y = 18,3 + 61,9(1 - e^{-0,08t})$   $R^2 = 92,5$   
 4 -  $Y = 20,4 + 65,6(1 - e^{-0,18t})$   $R^2 = 95,8$

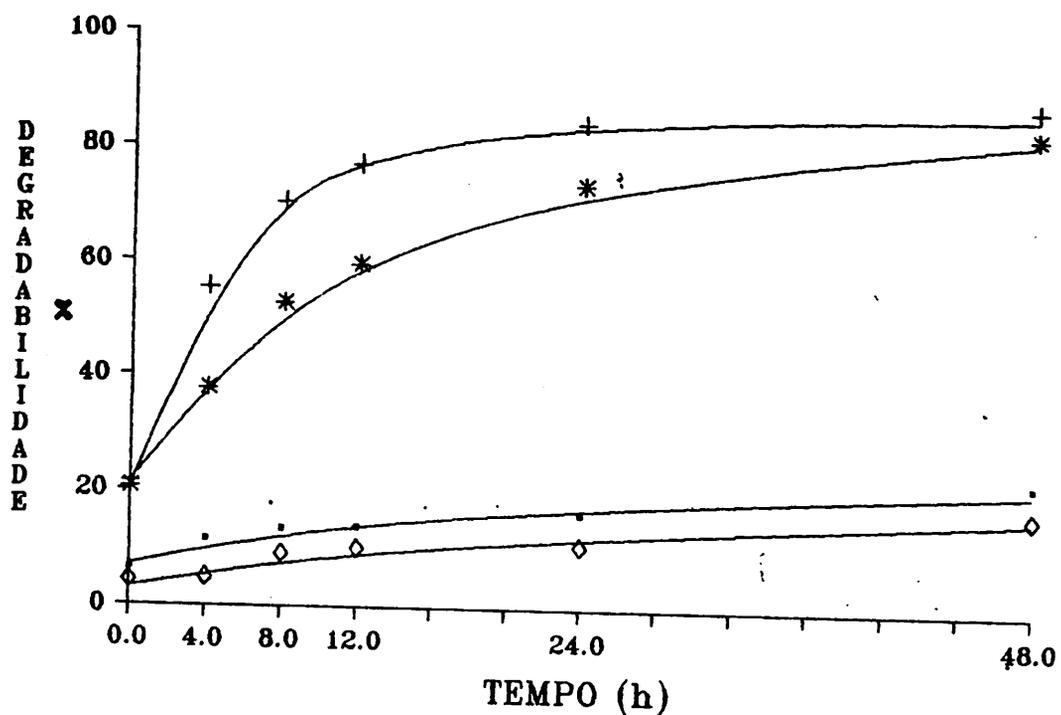


Figura 2. Degradabilidade estimada para a Proteína Bruta (PB) do caroço de algodão nas diferentes formas físicas.

$$1 - Y = 0,65 + 18,0(1 - e^{-0,03t}) \quad R^2 = 90,0$$

$$2 - Y = 0,7 + 34,9(1 - e^{-0,03t}) \quad R^2 = 98,0$$

$$3 - Y = 0,8 + 39,4(1 - e^{-0,03t}) \quad R^2 = 92,0$$

$$4 - Y = 0,8 + 58,0(1 - e^{-0,04t}) \quad R^2 = 80,0$$

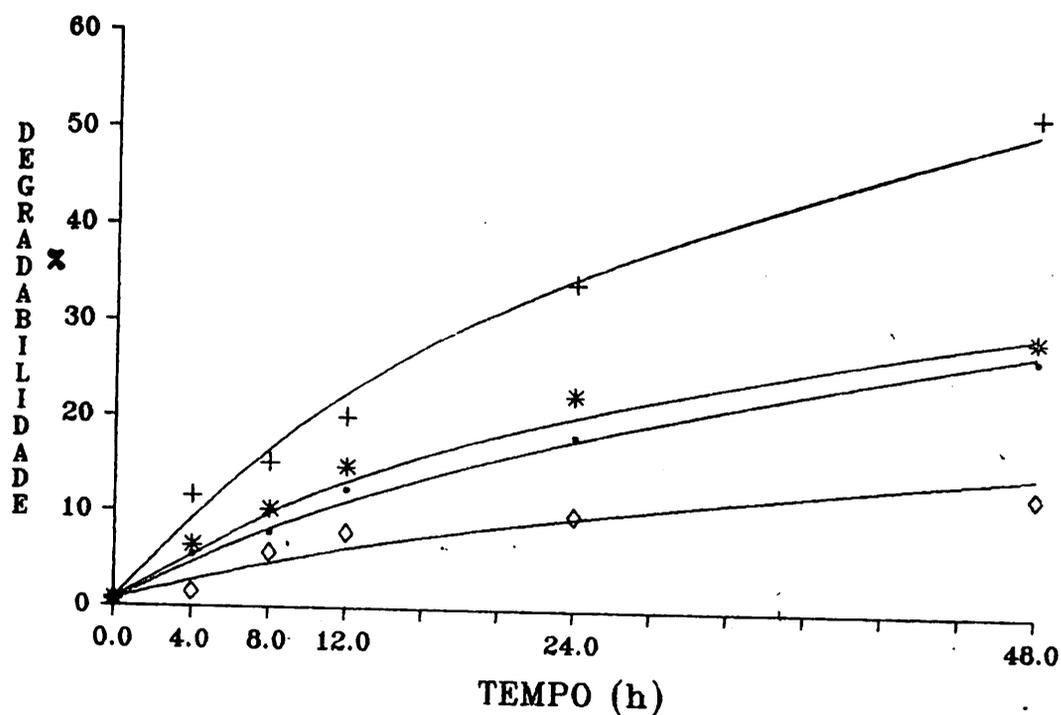


Figura 3. Degradabilidade estimada para a Fibra em Detergente Neutro (FDN) do caroço de algodão nas diferentes formas físicas.

- 1 -  $Y = 1,2 + 34,6(1 - e^{-0,05t})$   $R^2 = 98,7$   
 2 -  $Y = 2,1 + 66,6(1 - e^{-0,05t})$   $R^2 = 99,3$   
 3 -  $Y = 3,1 + 75,4(1 - e^{-0,05t})$   $R^2 = 99,2$   
 4 -  $Y = 3,9 + 90,4(1 - e^{-0,06t})$   $R^2 = 95,8$

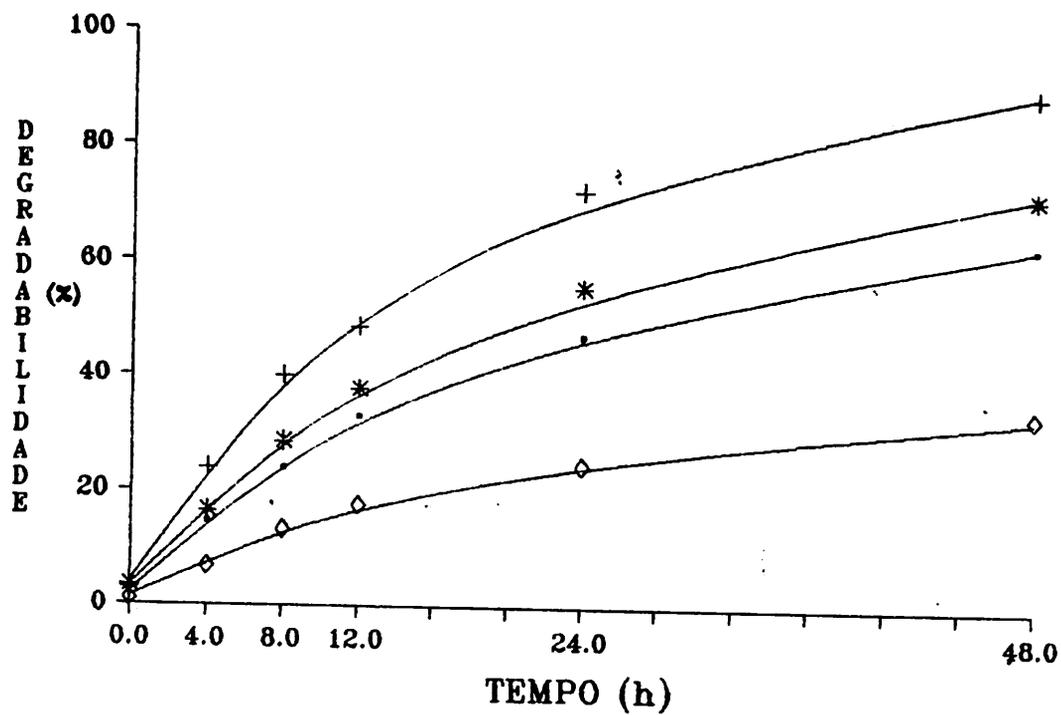


Figura 4. Degradabilidade estimada para o Extrato Etéreo (EE) do caroço de algodão nas diferentes formas físicas.

Dados referentes às degradabilidades aparentes da MS (42,2%) e PB (78,4%) do caroço moído após 12 horas de incubação, foram menores que aqueles obtidos por PENA et alii (1986), os quais obtiveram após 12 horas de incubação 53,4% para MS e 84,7% para PB, e por TAGARI et alii (1986) que também após 12 horas de incubação no rúmen observaram 63,5% e 92,7% para MS e PB respectivamente. Nos dois estudos o caroço de algodão foi moído em peneira de 2mm.

Valores menores que os encontrados neste trabalho foram obtidos por TEIXEIRA & HUBER (1989), estudando a degradabilidade ruminal da MS e PB do caroço de algodão Inteiro, Quebrado (correspondente à forma Triturada neste experimento) e Moído (1mm), sendo: 6,5% e 8,3% para o caroço inteiro; 12,7% e 21,5% para o quebrado e 51,4% e 79,8% para algodão moído.

Os valores observados concordam com os de TEIXEIRA et alii (1992), os quais encontraram para MS e PB, degradabilidades efetivas de 10,7% e 14,7% respectivamente, para o caroço inteiro e, 41,0% e 70,0% para o caroço moído.

Não foram observados na literatura consultada, dados referentes a degradabilidade *in situ* para FDN e EE do caroço de algodão.

A fração FDN de um alimento que representa os constituintes da Parede Celular, é composta basicamente de celulose, hemicelulose, lignina e proteína lignificada, sendo sua degradabilidade representada quase unicamente pelas duas primeiras frações. Observa-se que o processamento, facilitou o

ataque microbiano à parede celular, resultando em um aumento nas degradabilidades de acordo com a intensidade do processamento.

De uma maneira geral, pode-se notar que o caroço de algodão inteiro foi efetivamente pouco degradado no rúmen. Entretanto, deve-se considerar que animais recebendo caroço de algodão em suas dietas, promovem mastigação e ruminação desse material, sendo provávelmente a forma triturada aquela que mais se assemelharia ao que realmente acontece no rúmen, quando o animal recebe caroço de algodão inteiro.

A Degradabilidade Efetiva relativamente baixa para o EE observada com o caroço de algodão inteiro, está de acordo com BATH (1982), que relaciona essa baixa<sup>1</sup> degradabilidade a uma proteção oferecida ao EE pela casca do caroço de algodão.

No Quadro 5, podem ser observados numericamente os coeficientes a, b e c extraídos da equação de ORSKOV & McDONALD (1979) para MS, PB, FDN e EE, além da fração não degradada no rúmen (ND), obtida pela diferença  $100 - (a + b)$  para as diferentes formas físicas do caroço de algodão. Estes parâmetros podem ser visualizados graficamente na Figura 5.

Quadro 5. Valores dos coeficiente a, b e c das equações para degradabilidade da MS, PB, FDN e EE e respectivas frações não degradadas no rúmen (ND) nas diferentes formas físicas.

| Tratamentos | Coeficientes |                   |      | ND    |
|-------------|--------------|-------------------|------|-------|
|             | a            | b                 | c    |       |
| <b>MS</b>   |              |                   |      |       |
| Inteiro     | 3,40         | 14,6              | 0,05 | 82,0  |
| Quebrado    | 5,80         | 22,8              | 0,05 | 71,4  |
| Triturado   | 8,80         | 46,5              | 0,05 | 44,7  |
| Moido       | 15,20        | 59,8              | 0,05 | 25,0  |
| <b>PB</b>   |              |                   |      |       |
| Inteiro     | 3,20         | 15,3 <sup>2</sup> | 0,04 | 81,5  |
| Quebrado    | 7,10         | 15,2              | 0,05 | 77,7  |
| Triturado   | 18,30        | 61,9              | 0,08 | 19,8  |
| Moido       | 20,40        | 65,6              | 0,18 | 14,0  |
| <b>FDN</b>  |              |                   |      |       |
| Inteiro     | 0,65         | 18,0              | 0,03 | 81,25 |
| Quebrado    | 0,70         | 34,9              | 0,03 | 64,40 |
| Triturado   | 0,80         | 39,4              | 0,03 | 59,80 |
| Moido       | 0,80         | 58,0              | 0,04 | 41,20 |
| <b>EE</b>   |              |                   |      |       |
| Inteiro     | 1,20         | 34,6              | 0,05 | 64,2  |
| Quebrado    | 2,10         | 66,6              | 0,05 | 31,3  |
| Triturado   | 3,10         | 75,4              | 0,05 | 21,5  |
| Moido       | 3,90         | 90,4              | 0,06 | 5,7   |

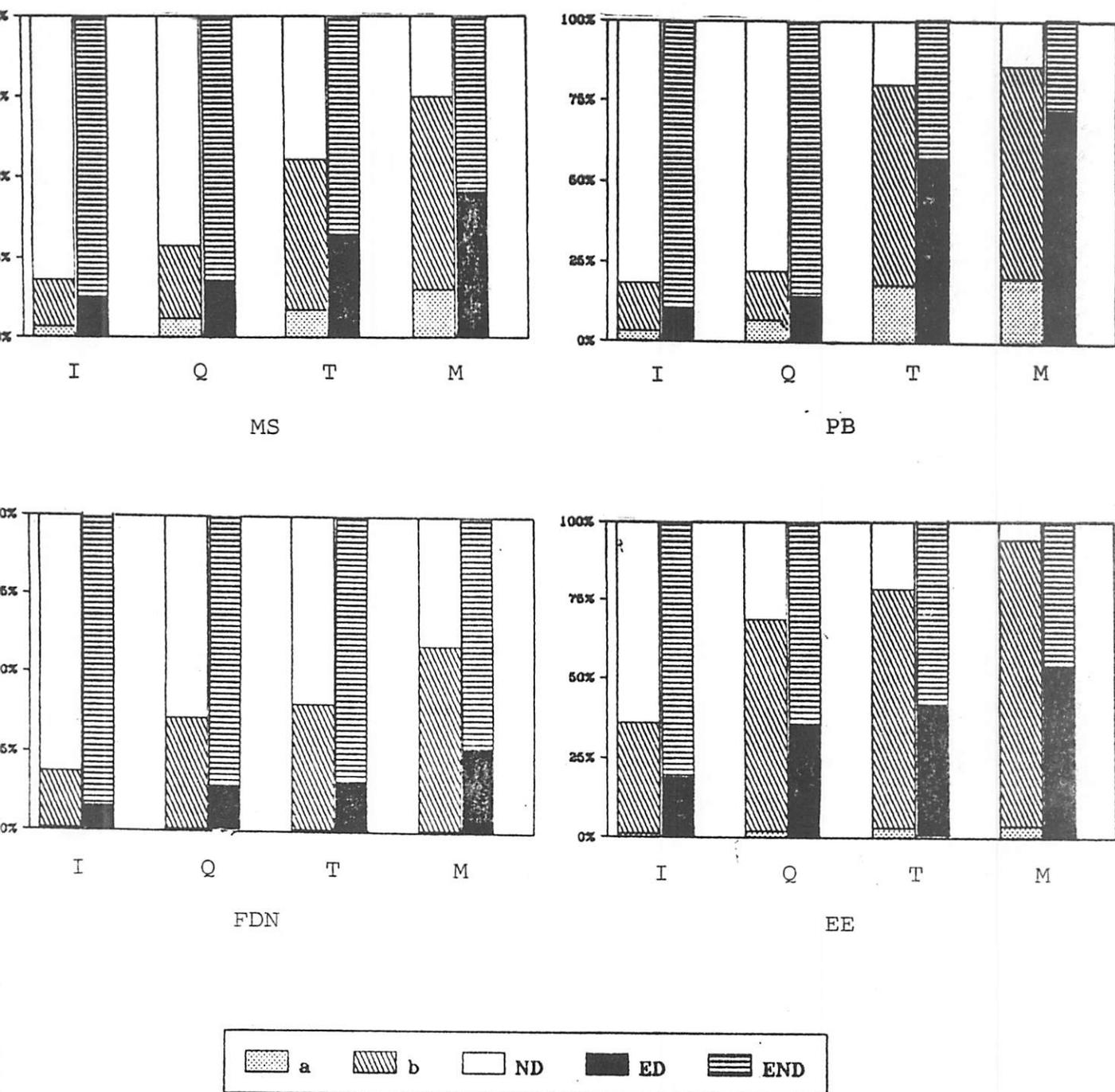


Figura 5. Frações Solúvel (a), Insolúvel Potencialmente Degradável (b), Não Degradável (ND), Efetivamente Degradada (ED) e Efetivamente Não Degradada (END) de MS, PB, FDN e EE, nas diferentes formas físicas.

Observa-se que o processamento aumentou as frações solúveis para todos os componentes nutricionais estudados. No caso da FDN que corresponde aos constituintes da parede celular, era esperado que esses valores fossem bem pequenos, uma vez que GONZALES et alii (1990), consideram que a fração solúvel da Parede Celular nos estudos de degradabilidade ruminal pode ser considerada como zero.

A fração solúvel (a) segundo ORSKOV et alii (1980), pode englobar perdas decorrentes de partículas muito finas, que escapam do saco de náilon simplesmente pelo processo de lavagem, e que não representam necessariamente a fração solúvel rapidamente degradável. Portanto, esse aumento observado nesta fração, especialmente para as formas físicas moída e triturada, deve ser observado com ressalva.

Os coeficientes b que representam as frações potencialmente degradáveis foram bem próximos para a PB das formas físicas Inteira e Quebrada. Nota-se também que os coeficientes c que representam as taxas de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável (b), foram igualmente próximos, além de serem as menores para o componente PB. Como resultante, nota-se que as frações não degradadas da PB para as formas físicas Inteira e Quebrada foram elevadas.

Para o EE, nota-se que o algodão inteiro, ofereceu uma proteção natural ao óleo contido em seu interior, onde 64,2% do óleo conseguiu passar sem degradação pelo rúmen.

Era esperado uma redução na degradabilidade da FDN, para o caroço de algodão moído, em decorrência de possíveis efeitos inibidores ao ataque microbiano provocados pelos óleos insaturados. Entretanto, isso aparentemente não aconteceu.

#### 4.3. Experimento 2

##### 4.3.1. Produção de Leite e Leite Corrigido para 4% de Gordura

A produção média de leite, e de leite corrigido para 4% de gordura, estão apresentados no quadro 6.

Observa-se que o tipo de processamento físico, não alterou significativamente a produção de leite, nem a produção corrigida para 4% de gordura.

As rações, embora apresentassem formas físicas diferentes com variações em suas degradabilidades ruminais, forneceram nutrientes em quantidades suficientes, atendendo as exigências dos animais. O nível de uréia utilizado nas rações (2%), também pode ter influenciado benéficamente através do suprimento de NNP para a síntese de proteína microbiana.

Um dos principais objetivos de se usar o caroço de algodão para vacas de média e alta produção, é minimizar os efeitos negativos decorrentes do desequilíbrio nutricional que esse tipo de animal pode apresentar até os 3 meses de lactação. Pois, enquanto o pico de lactação é atingido entre o primeiro e o segundo mês de lactação, o potencial máximo de ingestão de matéria seca só é atingido cerca de três meses pós-parto. Essa defasagem quando não é corretamente combatida através de um

manejo alimentar cuidadoso, além de provocar uma carência proteica e energética nos animais, afetando a produção e composição do leite, pode também debilita-lo fisicamente.

Os resultados obtidos no presente experimento, estão coerentes com os encontrados por BROWN et alii (1962) que não encontraram diferenças significativas para produção de leite, utilizando o algodão com linter inteiro e triturado, 28,1kg e 28,5kg, respectivamente.

Embora as degradabilidades das diferentes formas físicas tenham sido diferentes, estas não repercutiram em diferenças significativas em termos de produção de leite e leite corrigido para 4% de gordura.

Quadro 6 - Produção média de leite (kg) e leite corrigido para 4% de gordura (kg).

| Tratamento | Produção de leite | Leite corrigido 4% |
|------------|-------------------|--------------------|
|            | kg/dia            |                    |
| Inteiro    | 18,0              | 17,9               |
| Quebrado   | 18,4              | 17,7               |
| Triturado  | 18,2              | 17,8               |
| Móido      | 18,1              | 17,7               |

### 4.3.2. Gordura

Os resultados referentes a composição média do leite em gordura, de acordo com as diferentes formas físicas (Quadro 7), mostram que os tratamentos não influenciaram significativamente o teor de gordura do leite.

Quadro 7. Composição do leite em gordura, proteína, densidade, acidez, extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD).

| Tratamentos | Gordura(%) | Proteína(%) | Densidade | Acidez(AD) | EST(%) | ESD(%) |
|-------------|------------|-------------|-----------|------------|--------|--------|
| Inteiro     | 3,90       | 3,28        | 1.029,4   | 15,37      | 12,40  | 8,50   |
| Quebrado    | 3,85       | 3,26        | 1.029,9   | 14,87      | 12,42  | 8,57   |
| Instaurado  | 3,84       | 3,21        | 1.030,2   | 15,00      | 12,46  | 8,62   |
| Moido       | 3,85       | 3,22        | 1.030,1   | 14,62      | 12,46  | 8,61   |

De acordo com SUTTON (1989), a gordura é o constituinte do leite mais sensível a alterações decorrentes da alimentação.

A gordura do leite segundo PALMQUIST & JENKINS (1980), apresenta em média a seguinte origem: 50% é sintetizada a nível de glândula mamária (síntese "de novo") a partir do acetato e  $\beta$ -hidroxibutirato; 40% deriva diretamente da gordura absorvida através do intestino, e 10% é procedente do tecido adiposo do animal.

No caroço inteiro, a proteção oferecida aos ácidos graxos insaturados, resultam segundo a literatura em um aumento nos níveis de ácidos graxos de cadeia longa no leite, devido a uma

inibição na síntese "de novo" dos ácidos graxos de cadeia curta a nível de glândula mamária. De acordo com PALMQUIST (1976), essa inibição é de origem fisiológica, com o objetivo de manter a fluidez do leite.

Quando os níveis de gordura na ração encontram-se acima de 7%, principalmente nos casos de gordura insaturada não protegida como no caso das formas físicas processadas do caroço de algodão (STORRY, 1970 ; PALMQUIST, 1976 e PALMQUIST & JENKINS, 1980), pode ocorrer a presença de efeitos tóxicos sobre os microorganismos ruminais, reduzindo sua atividade sobre a degradação do componente fibra, alterando a relação acetato:propionato o que em alguns casos pode produzir a "síndrome do leite com baixa gordura". No experimento em questão, a igualdade entre os tratamentos no tocante à produção de gordura, aponta para o não surgimento desse problema.

A celulose presente em grande quantidade no linter do caroço de algodão, colabora para aumentar a relação entre a produção dos ácidos acético:propiónico, o que em última instância, aumentaria a disponibilidade de acetato para a síntese de gordura láctea. Como o processamento físico não altera a quantidade de celulose presente no linter, era esperado que o processamento não alterasse significativamente a produção de gordura.

No caso do algodão processado, a gordura insaturada não estaria protegida, resultando na sua saturação a nível ruminal, reduzindo a presença de gordura insaturada no leite.

Segundo ANDERSON et alii (1979), SMITH et alii (1981) e PALMQUIST (1980) a saturação ou não da gordura fornecida ao ruminante, afeta principalmente a composição da gordura, mas não a sua produção (desde que essa gordura não seja fornecida em quantidades exageradas).

Valores inferiores aos encontrados no presente trabalho, são relatados por BROWN et alii, (1962), que encontraram teores de gordura para o caroço de algodão inteiro e triturado, de 2,86% e 2,62% respectivamente, entretanto deve-se ressaltar que as produções de leite encontradas pelos autores acima citados, foram bem maiores.

Teores de gordura próximos aos encontrados neste trabalho, são descritos por SMITH et alii (1981), que trabalhando com uma ração contendo 33% de algodão inteiro, obtiveram uma produção de leite de 19,4 kg/dia, com teor de gordura de 3,9%.

#### 4.3.3. Proteína

As concentrações de Proteína no leite no presente experimento, não foram afetadas significativamente pelo processamento físico do caroço de algodão (Quadro 7). Novamente, os níveis de NNP (uréia), utilizados no presente experimento, podem ter eliminado as possíveis diferenças sobre a composição do leite, decorrentes das diferentes degradabilidades ruminais provocadas pelo tipo de processamento do caroço de algodão, através de um aumento no suprimento de proteína microbiana no intestino.

Embora as diferenças não tenham sido significativas, pode-se observar uma tendência de aumento na produção de proteína do leite nos tratamentos com caroço de algodão inteiro e quebrado. Os tratamentos que continham estas duas formas físicas, foram os que apresentaram os maiores níveis de PNDR (Quadro 2), aumentando a disponibilidade de aminoácidos de origem não microbiana para a síntese de proteína do leite.

Os valores obtidos para a Proteína Bruta do leite neste experimento, estão de acordo com BROWN et alii (1962), que também não encontraram diferenças significativas entre o caroço inteiro (2,74%) e triturado (2,73%). Entretanto estes valores estão bem abaixo dos levantados no presente ensaio.

As alterações observadas na concentração de proteína láctea em decorrência de mudanças na composição da ração, são de acordo com SUTTON (1989), muito pequenas quando comparadas com aquelas possíveis de se obter com o teor de gordura. Deve-se considerar ainda, que essas alterações são, segundo GRAVERT (1987) provocadas em maior parte por diferenças individuais entre vacas, e não por modificações na dieta. Em situações excepcionais, como no caso de vacas leiteiras severamente desnutridas, GORDON (1977) encontrou reduções entre 0,1 a 0,2% nos níveis proteicos do leite.

Os valores obtidos para a Proteína Bruta do leite neste experimento, estão de acordo com BROWN et alii (1962), que também não encontraram diferenças significativas entre o caroço inteiro (2,74%) e triturado (2,73%). Entretanto estes valores

estão bem abaixo dos levantados no presente ensaio.

Os teores de proteína encontrados neste experimento, estão bem próximos dos padrões indicados por WARWICK (1980) para vacas Holstein (3,27%).

#### 4.3.4. Densidade, Acidez, Extrato Seco Total (EST) e Extrato Seco Desengordurado (ESD).

Observou-se mais uma vez (Quadro 7), que os valores médios de Densidade, Acidez, EST e ESD, não foram afetados pela alteração na forma física do caroço de algodão.

Os valores médios encontrados no presente ensaio para os parâmetros acima descritos, estão dentro dos valores preconizados por BRASIL (1980), que são de: 1.028 a 1.033 para densidade, 15<sup>o</sup>D a 20<sup>o</sup>D para a acidez no mínimo 11,5% para o EST e 8,5 para o ESD.

Os aumentos observados nos teores de gordura, foram acompanhados por respectivas diminuições nas densidades. Embora esses parâmetros não tenham apresentado diferenças, estão coerentes com as observações de COSTA (1972). Segundo o qual, aumentos no teor de gordura do leite, provocam redução na densidade.



#### 4.3.5. Consumo de volumoso

Nota-se que não ocorreram mudanças significativas no consumo de volumoso ao se alterar a forma física do caroço de algodão (Quadro 8).

Certos tipos de alimentos como o milho e o sorgo, quando processados, resultam em aumentos na digestibilidade e consumo. Outros como a cevada e o trigo, não tem a mesma resposta (MERCHEN, 1988). No caso do caroço de algodão, onde o processamento aumentou a degradabilidade ruminal dos nutrientes, esperava-se um aumento no consumo de volumoso, o que na realidade não aconteceu.

O consumo médio diário de volumoso no presente experimento, foi de 7,10kg de MS/dia, enquanto o consumo total de alimento diário, foi em média de 14,05kg de MS. O NRC (1989), recomenda um consumo diário para o tipo de animal utilizado nesse experimento de 13,7 kg de MS.

Quadro 8. Consumo médio de volumoso e concentrado por tratamento em kg/dia na Matéria Natural (MN) e Matéria Seca (MS), com suas respectivas relações Volumoso:Concentrado (V:C).

| Tratamento | VOLUMOSO |     | CONCENTRADO |     | RELAÇÃO<br>V:C |
|------------|----------|-----|-------------|-----|----------------|
|            | MN       | MS  | MN          | MS  |                |
| Inteiro    | 27,8     | 7,2 | 8,0         | 6,9 | 51:49          |
| Quebrado   | 27,4     | 7,1 | 8,0         | 6,9 | 50:50          |
| Triturado  | 27,4     | 7,1 | 8,0         | 7,0 | 50:50          |
| Móido      | 27,3     | 7,1 | 8,0         | 6,9 | 50:50          |

#### 4.3.6. Sinais de Intoxicação

Embora não tenha sido possível a determinação dos níveis de gossipol e aflatoxinas no caroço de algodão utilizado no experimento, não foram observados sinais de intoxicação em nenhum dos animais utilizados.

#### 4.3.7 Presença de Caroços nas Fezes

Os animais excretaram em média nas fezes, 3,0% do total de caroços ingeridos.

Os resultados obtidos no presente experimento, são menores que os encontrados por HARPER et alii (1992), que observaram 5,2% de caroços nas fezes. Por outro lado COPPOCK et alii (1985), encontraram nas fezes, 0,4% dos caroços ingeridos. Os mesmos autores, trabalhando com caroços sem linter, obtiveram maiores quantidades de caroços nas fezes (11,0% e 11,7% respectivamente).

## 5. CONCLUSÕES

Para as condições do presente trabalho, os resultados nos permitem concluir que:

1. O processamento físico do caroço de algodão aumentou as degradabilidades ruminais da Matéria Seca, Proteína Bruta, Fibra em Detergente Neutro e Extrato Etéreo.

2. Não é necessário quebrar, moer ou triturar o caroço de algodão antes de fornecê-lo para vacas leiteiras.

## 6. RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito do caroço de algodão sob diferentes formas físicas (Inteiro, Quebrado, triturado e Moído), sobre a cinética ruminal e a produção e composição do leite de vacas holandesas P.B., foram conduzidos dois experimentos. O primeiro no setor de Bovinos Leiteiros do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), utilizando 3 vacas holandesas P.B. providas de fístulas ruminais, e o segundo conduzido na Fazenda Vitorinha de propriedade da Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), utilizando oito vacas holandesas P.B. em lactação. No primeiro experimento, as quatro formas físicas do caroço de algodão foram incubadas no rumem das vacas fístuladas, utilizando-se a técnica do saco de nylon. No segundo ensaio, os tratamentos constituíram-se de 4 concentrados, formulados de acordo com as exigências nutricionais dos animais, e de uma mistura volumosa composta de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) em partes iguais. Os concentrados continham milho sob a forma de tubá, calcáreo, uréia, premix, mais o caroço de algodão nas diferentes formas físicas. No primeiro experimento, observou-se que o processamento aumentou as degradabilidades efetivas da Matéria Seca, Proteína Bruta, Fibra em Detergente Neutro e Extrato Etéreo, sendo que as formas físicas mais intensamente processadas foram as que sofreram as maiores degradabilidades. Para todas as formas físicas, os componentes nutricionais

atingiram suas degradabilidades efetivas entre 12 e 24 horas, exceto no caso da Proteína Bruta do algodão triturado e moído, que alcançaram suas degradabilidades efetivas entre 8 e 12 horas. As Produções médias diárias de leite, os teores de gordura e proteína, a densidade, acidez, extrato seco total e extrato seco desengordurado, não foram alterados significativamente pelos tratamentos, ocorrendo o mesmo fato quanto aos consumos médios diários de volumoso. conclui-se que embora haja um aumento na degradabilidade com o processamento físico, não é necessário quebrar, moer ou triturar o caroço de algodão, antes de fornecê-lo para vacas leiteiras.

## 7. SUMMARY

Two studies were conducted to evaluate the effect of cottonseed at different physical forms (whole, cracked, coarsely ground and finely ground) on holstein dairy cattle ruminal kinetics, milk production and composition. The first one was carried out at the Escola Superior de Agricultura de Lavras. Three holstein cows ruminal cannulated were used. The four physical forms of cottonseed were incubated in the rumen by using the nylon bag technique. The second one was carried out at the Fazenda Vitorinha belonging to FAEPE. Eight holstein lactating cows were used. Treatments were made up of four concentrates, which were formulated according to the nutritional requirements, and the mixture of sugar cane (*Saccharum officinarum*) and elephant grass (*Pennisetum purpureum*) in equal portions. The concentrate was based on corn, limestone, urea, premix and cottonseed at different physical forms. At the first study the reduction of particle size increased the effective degradability of the dry matter (DM), crude protein (CP) neutral detergent fiber (FDN) and ether extract (EE). The finest physical forms shown the highest nutrients degradability. Except for the crude protein degradability in both coarsely ground and finely ground cottonseed which reached their effective degradability between 8-12 hours, all other nutritional components reached their degradabilities between 12-24 hours. The results of the second trial shown that the

daily average milk production, the production corrected up to 4% of fat as well as protein content, density, acidity, total dry extract or the dry matter consumption of grasses. According to the results, is not necessary to reduce the particle size of cottonseed to feeding lactating dairy cattle.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. Characterization of feedstuffs: Nitrogen. *Nutrition Abstracts and Review*, London, 57(12):713-6, Dec. 1987.
02. ANDERSON, M.J.; ADANS, D. C.; LAMB, R. C. & WALTERS, J. L. Feeding whole cottonseed to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 62(7):1098-102, July 1979.
03. ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*. 13. ed. Washington, 1979. 1018p.
04. BATH, D. L. Reducing milk fat in dairy products by feeding. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 65(3):450-3, Mar. 1982.
05. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Mobile nylon bag for estimating intestinal availability of rumen undegradable protein. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 70(4):977-82, Apr. 1987b.
06. BOER, G.; MURPHY, J.J. & KENNELLY, J.J. A modified method for determination of "in situ" rumen degradation of feedstuffs. *Canadian Journal of Animal Science*, 67(3):93-102, Mar. 1987a.
07. BRASIL. Fundação Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. *Levantamento sistemático da produção agrícola: Resultados preliminares*. Rio de Janeiro, 1991. 23p.
08. \_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. *Métodos analíticos oficiais para o controle de produtos de origem animal e seus ingredientes*. II. Métodos físicos e químicos. Brasília, 1980. p.ir.
09. BROWN, W.H. STULL, J.W. & SCOTT, G.H. Fatty acid composition of milk. I. Effect of roughage and dietary fat. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 45(1):191-9, Jan. 1962.

- BULLIS, D.D.; MANOUCHEHRI, M.A. & KNOX, K.L. "In vivo" nylon bag dry matter digestibility as a predictor of ration feeding value. *Journal of Animal Science*, Champaign, 26:915, 1967.(abstract).
11. CASTRO NETO, P.; SEDIYMA, G.C. & VILELA, E.A. de. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em lavras, Minas Gerais. *Ciência e Prática*, Lavras, 4(1):55-65, Jan./Jun. 1980.
  12. CHICK, A.B.; BEEDE, D.K. & WILCOX, C.J. Interations of dietary whole cottonseed, roughage source and calcium content on lactational performance of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 68(suppl.1):115-6, 1986.(abstract).
  13. COCHRAN, W. G., & CANNON, C. Y. A double change-over design design for dairy cattle feeding experiments. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 24(3):937-51, Aug. 1941.
  14. COPPOCK, C.E.; LANHAM, J.K. & HONNER, 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*, Amsterdam, 18(8):89-120, Aug. 1987.
  15. \_\_\_\_\_; C.E.; MOYA, J.R.; NAVA, D.H.; LABORE, J.M. & GATES, G.E. Effect of lint on whole cottonseed passage and digestibility and diet chice on intake of whole cottonseed by Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 68(5):1198-206, May 1985.
  16. COSTA, L.C.G. *Métodos analíticos para produtos lácteos; métodos físicos e químicos*. Lavras, ESAL, 1972. 15p.
  17. DOWLEN, H.H., MONTGOMERY, M.J.; BEARDEN, B.J. & McNEIL, W.W. Utilization of whole cottonseed in dairy rations. *Tennessee Farm and Home Science*, Tennessee, 134(2):7-9, Apr./June 1984.
  18. EDWARDS, J.D. Total syntesis of gossipol. *Journal of American Chemistry Society*, Washington, 80(10):3798-807, Oct. 1958.

19. EUCLIDES, R.F. Manual de utilização do programa SARG (Sistema para Análises Estatísticas). Viçosa, UFV, 1983. 59p.
20. FERREIRA, R. N. Uso do caroço cru e tostado como suplemento proteico para vacas em lactação. Lavras, ESAL, 1988. 80p. (Tese de Mestrado).
21. GOERING, H. K. & VAN SOEST, P. J. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). *Agricultural Handbook* 379,ARS, USDA, Washington, 1970.
22. GONZALES, D.; RUIZ, M.E.; ROMERO, F. & PEZO, D. Recomendaciones sobre la utilización de los métodos *in vitro*, *in situ* e enzimático en el estudio de la digestión de alimentos. In: *Nutrición de Ruminantes: Guía Metodológica de investigación*. San José, 1990. p.127-39.
23. GORDON, F.J. The effects of protein content on the response of lactating cows to level of concentrate feeding. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 25(1):181-8, Jan. 1977.
24. GRAVERT, H.O. *Dairy-Cattle Production*, New York, Elsevier Publishing Company, 1987. 368p.
25. HA, J.K. & KENNELLY, J. J. *In situ* dry matter and protein degradation of various protein sources in dairy cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, Champaign, 64(6):443-52 June 1984.
26. HARPER, J.P. Comparison of Whole Short Staple, Whole Pima and Cracked Pima Cottonseed With respect to Lactation, Digestibility, Rate of passage and Aflatoxin Activity as a Feed for Dairy Cattle. Tucson, University of Arizona, 1992. 110p. (Tese de Doutorado).
27. HAWKINS, E.G.; CUMMINS, K.A.; SILVERIO, O.M. & JSLEK, J.J. Physiological effects of whole cottonseed in the diet of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 68(10):2608-14. Oct. 1985.

28. HORNER, J.L.; COPPOCK, G.T. SCHELLING, J.M. & NAVE, D.H. Influence of niacine and whole cottonseed on intake, milk yield and composition and sistemic responses of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 69(8):3087-94, Aug. 1986.
29. JOHANSSON, I. & RENDEL, J. *Genética e Mejora Animal*, Zaragoza. Acribia, 1972. 568p.
30. KENT, B.A.; ARAMBEL, M.J.; WINSRIG, M.D.; WANDERSEE, M.K. & WALTERS, J.L. Effect of partial substitution of whole cottonseed with a blended fat molasses mixture on milk production response and apparent nutrient digestibility in early lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, Champaign, 7(suppl.1):488, 1989.(abstract).
31. LANHAM, J.K. COPPOCK, C.E. WILKS, D.L. BROOKS, K.N. & HORNER, J.L. Effects of whole cottonseed and(or) niacin on lactating holstein cows in hot weather. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 71(suppl.1):253, 1988. (abstract).
32. MEHREZ, A.Z. & ORSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agricultural Science*, New York, 88(3):645-650, Mar. 1977.
33. MERCHEN, N.R. Digestion, absorption and excretion in ruminant ruminant. In: CHURCH, D.C. *The Ruminant Animal*. New Jersey, Prentice Hall, 1988, p.172-202.
34. MOODY, E.G. & BARNES, J. Cottonseed and oil in dairy rations at Two roughage levels. *Feedstuffs*, Minneapolis, 50(41):21, Oct. 1978.
35. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. *Nutrient requeriment of dairy cattle*. 6th. rev. Ed. Washington, National Academy of Science, 1989. 130p.
36. NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 71(8):2051-69, 1988.

37. ORSKOV, E.R. HOVELL, F.D. & MOULD, F. Uso de la tecnica de la bolsa de nylon para la valuacion de los alimentos. *Produccion Animal Tropical*, Mexico, 40(5):213-33, Maio 1980.
38. \_\_\_\_\_ & McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, New York, 92(1):499-508, Mar. 1979.
39. PALMQUIST, D.L. A kinetic concept of lipid transport in ruminants. A review. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 59(3):355-63, Mar. 1976.
40. \_\_\_\_\_ & JENKINS, T. C. Fat in lactation ration: review *Journal of Dairy Science*, Champaign, 63(1):1-9, Jan. 1980.
41. \_\_\_\_\_ & MOSER, E. A. Dietary fat effects on blood insulin, glucose utilization, and milk protein content of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 64(9):1664-70. Sept. 1981.
42. PENA, F.; TAGARI, H. & SATTER, L.D. The effect of heat treatment of whole cottonseed on site and extension of protein digestion in dairy cows. *Journal of Animal Science*, Champaign, 62(5):1423-33, May 1986.
43. POLIDORI, F.; DELL'ORTO, V.; CORINO, C.; GIUSJ, A.; BERTOLINO, G. & SAVOINI, G. Prove d'imprego del seme integrale di cotone nell'alimentazione della bovina da latte. *Zootecnia e Nutrizione Animale*, Bologne, 12(1):25-34, Feb. 1986.
44. QUIN, J.I.; VAN DER WATH, J.G. & MYBURGH, S. Studies on the alimentary tract of Merino sheep in South Africa. 4. Description of experimental technique. *Onderstepoort Journal of Veterinary Science and Animal Industry*, 11(1):341-60, 1938.

45. RANDEL, R. D. ; CHASE Jr. , C. C. & WYSE , S. J. Effects of gossypol and cottonseed products on reproduction of mammals. *Journal of Animal Science*, Champaign , 70(3):1628-38, Mar. 1992.
46. REISER, R. & FU, H.C. The mechanism of gossypol detoxification by ruminant animals. *The Journal of Nutrition*, Philadelphia, 76(1):215-8. 1962.
47. ROMERO, F. Utilizacion de la tecnica de digestion *in situ* para la caracterizacion de forrajes. In: *Nutricion de Ruminantes: Guia Metodologica de investigacion*. San José, Costa Rica, 1990. p.105-14.
48. SILVA, D.J. *Análise de Alimentos; Métodos químicos e biológicos*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1990, 166p.
49. SMITH, N.E.; COLLAR, L.S.; BATH, D.L.; DUNKEY, W.L. & FRANKEE, A.A. Digestibility and effects of whole cottonseed fed to lactating cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 64(11): 2209-15, Nov.1981
50. STORRY, J.E. Ruminant metabolism in relation to the synthesis and secretion of milk fat. *Journal of Dairy Research*, 37(1):139-44, Jan.1970.
51. SUTTON, J.D. Altering milk composition by feeding. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 72(10):2801-14, Oct. 1989.
52. TAGARI, H.; PENA, F. & SATTER, L.D. Protein degradation by rumen microbes of heat-treated whole cottonseed. *Journal of Animal Science*, Champaign, 62(6):1732-6, June 1986..
53. TEIXEIRA, J.C.; DELGADO, E.F. & CORREA, E.M. Degradabilidade ruminal da Matéria Seca e Proteína Bruta da semente e farelo de Algodão. In: *REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 29, Lavras, 1992. *Anais... Lavras*, SBZ, 1992. p.491. (Resumo).

54. TEIXEIRA, J.C. & HUBER, J.T. Determinação da digestibilidade pós-ruminal da proteína de caroços de algodão pela técnica do saco de nylon móvel em vacas leiteiras. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 18(4):295-305, 1989.
55. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & WANDERLEY, R.C. A mobile nylon bag technique for estimating post-ruminal digestibility in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 71(suppl.1):180, 1988.
56. VAN HORN, H.H.; HARRIS Jr., B.; TAYLOR, M.J.; BACHMAN, K.C. & WILCOX, C.J.: By-product feeds for lactating dairy cows: Effects of cottonseed milks, sunflower milks, corrugated paper, peanut hulls, sugarcane bagasse and whole cottonseed with additives of fat, sodium bicarbonate and *Aspergillus oryzae* products on milk production. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 67(12):2922-38, Dec. 1984.
57. VAN KEUREN, R.W. & HEINEMANN, W.W. Study of a nylon bag technique for *in vivo* estimation of forage digestibility. *Journal of Animal Science*, Champaign, 21(2):340-5, Feb. 1962.
58. VILELA, E.A. & RAMALHO, M.A.P. Análise das temperaturas e precipitação pluviométrica de Lavras, Minas Gerais. *Ciência e Prática*, Lavras, 4(1):46-55, jan./jun. 1980.
59. WARWICK, E.J. Effect of genetic factors on the nutrient composition of animal products. *Animal breeding Abstracts*, Cambridge, 48(2):843-58, Feb, 1980.
60. WILKS, D.L.; COPPOCK, C.E. & BROOKS, K.N. Effects on difference on starch content of diets with whole cottonseed or rice bran on milk casein. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 74(4):1314-20, Apr. 1991.

**APÉNDICE**

**QUADRO 1A - Análise de variância para produção de leite e produção corrigida para 4% de gordura.**

| Causas de variação   | G.L. | Q.M.        |                 |
|----------------------|------|-------------|-----------------|
|                      |      | PROD. LEITE | LEITE CORRIGIDO |
| Quadrado Latino (QL) | 1    | 20.075,070  | 18.658,290      |
| Vacas d. QL          | 6    | 61,023      | 105,688         |
| Período d. QL        | 6    | 643,495     | 49,210          |
| Tratamentos (T)      | 3    | 1,556       | 2,819           |
| QL x T               | 3    | 2,664       | 9,175           |
| Resíduo              | 12   | 2,257       | 15,791          |
| C.V.                 |      | 1,185       | 3,197           |

**QUADRO 2A - Análise de variância para o teor de Gordura no leite, Proteína Bruta no leite e Consumo de volumoso.**

| Causas de variação   | G.L. | QM      |       |         |
|----------------------|------|---------|-------|---------|
|                      |      | Gordura | PB    | Consumo |
| Quadrado Latino (QL) | 1    | 0,015   | 0,015 | 0,101   |
| Vacas d. QL          | 6    | 0,092   | 0,008 | 0,864   |
| Período d. QL        | 6    | 0,050   | 0,021 | 3,701   |
| Tratamentos (T)      | 3    | 0,022   | 0,009 | 0,571   |
| QL x T               | 3    | 0,017   | 0,007 | 2,021   |
| Resíduo              | 12   | 0,045   | 0,003 | 1,445   |
| C.V.                 |      | 5,498   | 1,872 | 4,376   |

QUADRO 3A - Análise de variância para Densidade e Acidez do leite.

| Caudas de Variação   | G.L. | Q.M.      |        |
|----------------------|------|-----------|--------|
|                      |      | DENSIDADE | ACIDEZ |
| Quadrado Latino (QL) | 1    | 0,0012    | 5,2812 |
| Vacas d. QL          | 6    | 3,2123    | 6,3125 |
| Período d. QL        | 6    | 2,8758    | 0,4791 |
| Tratamentos (T)      | 3    | 3,3187    | 0,7812 |
| QL x T               | 3    | 0,6320    | 0,3645 |
| Resíduo              | 12   | 0,7216    | 1,9895 |
| CV                   |      | 0,082     | 9,423  |

QUADRO 4A - Análise de variância para Extrato Seco Total e Extrato Seco Desengordurado do leite.

| Caudas de Variação   | G.L. | Q.M.    |        |
|----------------------|------|---------|--------|
|                      |      | EST     | ESD    |
| Quadrado Latino (QL) | 1    | 0,0712  | 0,8482 |
| Vacas d. QL          | 6    | 0,1749  | 0,4778 |
| Período d. QL        | 6    | 0,1234  | 0,5251 |
| Tratamentos (T)      | 3    | 0,0212  | 0,3433 |
| QL x T               | 3    | 0,0218  | 0,2917 |
| Resíduo              | 12   | 0,01439 | 0,3951 |
| CV                   |      | 0,968   | 7,460  |

Acidulantes

QUÍMICO 3A - Análisis de leche

| Q.L.   | DEMANDA | Q.L. | Caudas de Virriacón    |
|--------|---------|------|------------------------|
| 0.2812 | 0.0012  | 1    | Quadrado Latino (Q.L.) |
| 0.2812 | 0.2123  | 2    | Vacas d. Q.L.          |
| 0.4781 | 0.8788  | 3    | Periodo d. Q.L.        |
| 0.7812 | 0.3187  | 4    | Tratamientos (T)       |
| 0.8245 | 0.6320  | 5    | Q.L. x T               |
| 1.0982 | 0.7218  | 6    | Residuo                |
| 0.4521 | 0.022   | 7    | CV                     |

QUÍMICO 4A - Análisis de virriacón para el tratamiento de leche

| Q.L.   | EST    | Q.L. | Caudas de Virriacón    |
|--------|--------|------|------------------------|
| 0.4521 | 0.0712 | 1    | Quadrado Latino (Q.L.) |
| 0.4781 | 0.1748 | 2    | Vacas d. Q.L.          |
| 0.5245 | 0.1234 | 3    | Periodo d. Q.L.        |
| 0.5432 | 0.0212 | 4    | Tratamientos (T)       |
| 0.5817 | 0.0218 | 5    | Q.L. x T               |
| 0.7821 | 0.0123 | 6    | Residuo                |
| 1.4821 | 0.022  | 7    | CV                     |

