

EDUARDO FRANCISQUINE DELGADO

CAROÇO DE ALGODÃO E MILHO-GRÃO, EM DIFERENTES FORMAS FÍSICAS,  
NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Mestrado em  
Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição  
de Ruminantes, para obtenção do Grau de  
"MESTRE".

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1994

ESTADO DE SANTA CATARINA

SECRETARIA DE AGRICULTURA E PASTORIL

1919

1919

SECRETARIA DE AGRICULTURA E PASTORIL

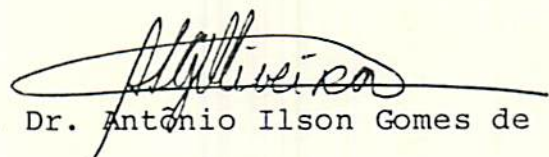
1919

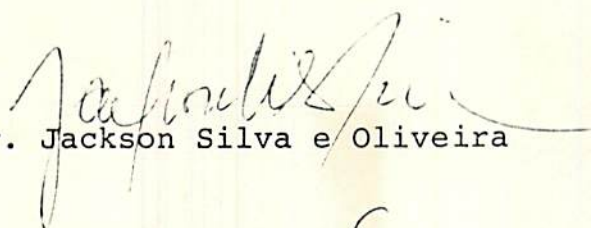
1919

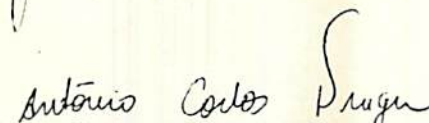
CAROÇO DE ALGODÃO E MILHO-GRÃO, EM DIFERENTES FORMAS FÍSICAS,  
NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS EM LACTAÇÃO

APROVADA em 22 de fevereiro de 1994

  
Prof. Dr. Julio César Teixeira  
(Orientador)

  
Prof. Dr. Antônio Ilson Gomes de Oliveira

  
Prof. Dr. Jackson Silva e Oliveira

  
Prof. Dr. Antônio Carlos Fraga

### DEDICO

Aos meus pais Tarcísio e Aloysa,  
pela grande amizade

Aos meus irmãos, sogros, cunhados  
e demais familiares pelo apoio  
e incentivo.

### OFEREÇO

A minha esposa Flávia e  
meus filhos Luciana e Germano,  
por iluminarem minha vida.



### AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

A Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE) pelo apoio logístico, permitindo a utilização da propriedade e animais para realização do experimento.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo que possibilitou a realização do curso de Mestrado.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela liberação de recursos para o experimento.

Ao Professor Júlio César Teixeira, pela amizade, conselhos, estímulo e orientação durante a realização de todas as atividades profissionais.

Aos Professores Antonio Ilson Gomes de Oliveira e Antonio Carlos Fraga, pelo apoio e valiosas sugestões para esta dissertação.

Ao Dr. Jackson Silva e Oliveira pela colaboração na elaboração final deste trabalho.

Ao colega Vander Norberto, e aos companheiros Márcio Augusto Pierangeli Vieira e Rogério dos Santos Lopes, alunos do curso de graduação em Zootecnia, pela inestimável colaboração durante o período experimental.

Aos colegas de Mestrado, em especial aos do curso de Zootecnia. Aduato, Ademar, Alberto, Antônio João, Carla, Claudinelli, Eliane, Evandro, Fernando, Giovani, Júlio Reis, Kenia, Márcia, Paulo Francisco, Paulo de Tarso, Renato, Rosilene e Sérgio, pelas sugestões, companheirismo e convivência.

Aos funcionários da ESAL, especialmente à Márcio dos Santos Nogueira e Suelba Ferreira de Souza, do Laboratório de Nutrição Animal, e aos demais funcionários do Departamento de Zootecnia, pela grande colaboração, sem a qual não seria possível a realização do trabalho.

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



### BIOGRAFIA DO AUTOR

EDUARDO FRANCISQUINE DELGADO, filho de Raymundo Tarcísio Delgado e Aloysa Rosa Delgado, nasceu em Juiz de Fora-MG, aos 8 dias do mês de março de 1965.

Ingressou no curso de Agronomia da UFV - Universidade Federal de Viçosa-MG, em março de 1983, graduando-se em julho de 1987.

De 1987 a 1989, exerceu atividades de assistência técnica para propriedade particular com atividades em cafeicultura e bovinocultura de leite.

Em janeiro de 1990, iniciou o curso de Aperfeiçoamento Científico em Zootecnia na ESAL - Escola Superior de Agricultura de Lavras-MG, na área de Nutrição de Ruminantes, com bolsa concedida pelo CNPq - Conselho Nacional de Pesquisa.

Iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, em janeiro de 1991, também na ESAL, na área de Nutrição Animal, subárea ruminantes.

## SUMARIO

1. INTRODUÇÃO .....	* 01
2. OBJETIVOS .....	04
3. REFERENCIAL TEORICO .....	05
3.1. Utilização do caroço de algodão na dieta .....	05
3.1.1. Composição Bromatológica *.....	05
3.1.2. Produção e composição do leite .....	06
3.1.3. Degradabilidade ruminal ..*.....	08
3.1.4. Processamento físico do caroço de algodão *....	09
3.2. Processamento da fonte de amido do concentrado .....	11
3.2.1. Digestibilidade ruminal e pós-ruminal ..*.....	11
3.2.2. Efeitos sobre o desempenho .....	16
3.2.2.1. Implicações metabólicas .....	16
3.2.2.2. Parâmetros produtivos .....	20

<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	22
4.1. Localização e condições climáticas .....	22
4.2. Animais utilizados .....	23
4.3. Tratamentos experimentais .....	23
4.4. Determinação do tamanho de partícula do grão de milho.	25
4.5. Amostragem e análise química .....	26
4.5.1. Dieta experimental .....	26
4.5.2. Leite .....	28
4.6. Manejo dos animais .....	29
4.7. Manejo dos animais .....	30
4.8. Delineamento experimental .....	31
<b>5. RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	33
5.1. Consumo da dieta .....	33
5.2. Produção de leite, produção de leite corrigido para 4% de gordura, eficiência da produção e ganho de peso ...	37
5.3. Gordura no leite .....	44
5.4. Proteína .....	52
5.5. Densidade, extrato seco total e desengordurado .....	59
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	63
<b>7. RESUMO</b> .....	64
<b>8. SUMMARY</b> .....	66
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	68
<b>APÊNDICE</b> .....	83



## LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Composição centesimal dos concentrados (MN) ...	24
2	Percentagem de partículas retidas nas diferentes peneiras, de acordo com o tamanho do crivo, para as duas formas físicas do milho-grão .....	26
3	Composição química dos ingredientes da dieta e dos concentrados (% na MS) .....	27
4	Produção, teor de gordura, proteína, extrato seco total, extrato seco desengordurado e densidade do leite dos animais antes do fornecimento das dietas experimentais (tratamentos) ..	29
5	Consumo médio diário de volumoso (CV) e concentrados (CC), ingestão total (IMS) e relação consumo de MS/Tamanho do animal (Base na MS) ..	31

## Tabela

## Página

6	Consumo médio diário de volumoso e concentrados, ingestão total e relação consumo de MS/Tamanho do animal (Base na MS) .....	34
7	Produção de leite, produção de leite corrigido para 4% de gordura, eficiência da produção e ganho de peso das vacas recebendo as dietas experimentais .....	38
8	Produção e teor de gordura no leite de vacas recebendo dietas contendo caroço de algodão e milho em diferentes formas físicas .....	45
9	Teor de proteína (TP) e produção no leite (PPL), consumo de proteína bruta no concentrado (PCC), volumoso (PCV), dieta completa (PDC), e relação de proteína produzida/consumida nos concentrados experimentais .....	53
10	Densidade a 20°C (DEN), extrato seco total (EST) e desengordurado (ESD) do leite de vacas recebendo caroço de algodão e grão de milho em diferentes formas físicas .....	60

## 1. INTRODUÇÃO

Os novos conceitos de nutrição animal, como de composição do leite visando a nutrição humana, tem levado os pesquisadores ao incessante trabalho de elaboração de dietas, utilizando alimentos alternativos, que possam atingir aos requerimentos de nutrientes na dieta e no leite.

Hoje, já existem inúmeros trabalhos que versam sobre fontes suplementares de carboidratos não estruturais (amido), lipídios e proteína e formas de processamento destas que procuram delinear os padrões de digestão e seus efeitos sobre os diversos parâmetros produtivos de vacas em lactação.

Devido ao grande número de alimentos disponíveis para ruminantes, persistem dúvidas quanto ao aproveitamento das dietas e suas influências nas características do leite. Isto é verificado com maior intensidade quando trabalha-se com a associação de diferentes fontes suplementares e/ou formas de fornecimento de carboidratos não estruturais e proteínas.



Entre os alimentos de grande importância como alternativa para a alimentação de vacas em lactação, tem se destacado o caroço de algodão, já utilizado ao nível dos setores produtivos em países como Estados Unidos, Canadá e Israel, devido sua característica impar de conter alta concentração de óleo, farelo (proteína) e ainda fibras (linter e casca), permitindo a substituição de alimentos volumosos sem causar danos à fermentação ruminal.

No Brasil existe um grande potencial para utilização do caroço de algodão, levando-se em consideração a produção de caroço, que de 88 a 91 apresentou média de aproximadamente 2 milhões ton. de algodão herbáceo em caroço produzido, perfazendo em torno de 1.300 mil ton. de caroço de algodão (ANUARIO..., 1993). A disponibilidade criada pela substituição do óleo de algodão pelo de soja para o consumo humano aliado aos benefícios da sua utilização (baixo incremento calórico) por animais em regiões quentes, aumenta a abrangência daquela potencialidade. Entretanto, trabalhos realizados são recentes e escassos.

Entre os pontos a serem investigados quanto ao uso do caroço de algodão, destaca-se a definição da forma física, devido à questão do processamento da ração, e ainda ao montante da proteína ingerida que comporiam as frações degradável e não degradável no rúmen.

Portanto, dentro dos conceitos atuais de nutrição, seria importante verificar o efeito da forma física do algodão,

juntamente com o aproveitamento da fonte suplementar de energia (carboidratos não estruturais) que "compõem" a parte concentrada da dieta, de forma a promover o melhor desempenho em termos dos parâmetros produtivos desejados.

O grão de milho é a base das dietas concentradas para os animais domésticos, tornando-se interessante verificar o comportamento produtivo de vacas em lactação quando submetidas a dietas que variam em sua degradabilidade ruminal tanto da fonte proteica quanto da energética, do concentrado, através da associação de formas físicas que se diferenciam quanto ao processamento.



## 2. OBJETIVOS

- Verificar a necessidade do processamento do caroço de algodão para fornecimento na dieta, quanto aos parâmetros de produção e composição do leite.
- Testar a forma de processamento do milho-grão para utilização em dietas contendo caroço de algodão.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Utilização do caroço de algodão na dieta

##### \*3.1.1. Composição Bromatológica

\* O caroço de algodão apresenta quantidades consideráveis de proteína, energia e fibra, sendo um alimento de composição peculiar possuindo característica de forragem na proporção de 36% (linter + cascas) e de concentrado em 64% (óleo + farelo) (WILKS et al., 1991).

Segundo NRC (1989), o caroço de algodão apresenta a seguinte composição química, expressa na MS: 92,0% MS, 23,0% PB, 44,0% FDN, 34,0% FDA, 4,8% CINZAS, 20,0% EE e 3,83 MCal/kg de E.D.\* O caroço de algodão obtido de usina algodoeira situada no triângulo mineiro, utilizado por MEIRELLES (1992) apresentou resultados muito semelhantes, perfazendo na MS: 90,1% MS, 22,8% PB, 47,9% FDN e 19,5% E.E.



### 3.1.2. Produção e composição do leite

A utilização do caroço de algodão, devido à sua alta densidade energética, tem ocorrido normalmente em substituição à parte dos cereais na fração concentrada da dieta (WILKS et al., 1991).

Alguns estudos para avaliação dos efeitos da utilização de caroço de algodão têm resultado em maior produção de leite (ANDERSON et al., 1979; WILKS et al., 1991), produção de leite corrigida para 4% (ANDERSON et al., 1979; SMITH et al., 1981; DePETERS et al., 1985; e HORNER et al., 1986) e para 3,5% de gordura (WILKS et al., 1991).

Outros autores não observaram os efeitos positivos da utilização do caroço na dieta sobre a produção de leite (SMITH et al., 1980; HAWKINS et al., 1985) e produção corrigida para 4% de gordura (ANDERSON et al., 1980; FERREIRA, 1988). Já COPPOCK et al. (1985b) observaram como a similaridade dos parâmetros produtivos em níveis crescentes de caroço de algodão na dieta.

Nos trabalhos onde a produção de leite corrigida relacionou-se positivamente com o nível de caroço de algodão na dieta, também observou-se tendência ascendente do teor de gordura no leite de vacas alimentadas com algodão. Todavia, a percentagem de proteína no leite apresentou um comportamento inverso.

Em outros estudos, foram observadas diminuições no teor de gordura do leite com a inclusão de caroço de algodão (VAN HORN et al., 1984; LUBIS et al., 1990).



A utilização de gordura suplementar diminui o transporte de aminoácidos para dentro da glândula mamária e a síntese da proteína do leite pela indução da resistência à insulina, resultando também em maior produção e teor de gordura, (PALMQUIST & MOSER, 1981). Deve-se ressaltar todavia, queda de 25% na concentração de insulina no plasma, quando gordura "protegida" foi fornecida aos animais pelos pesquisadores.

Por outro lado, o aumento na insulina e na taxa de insulina: glucagon no plasma, acoplados com significativo aumento no pico de concentração de glicose plasmática após injeção de glicose foram observados em vacas alimentadas com caroço de algodão (CUMMINS & SARTIN, 1984), viabilizando a hipótese de resistência à insulina em dietas com lipídio suplementar.

A diminuição na retirada de glicose "in vitro", pelos tecidos adiposo e mamário de vacas alimentadas com caroço de algodão pode ser parcialmente responsável pelo reduzido conteúdo de sólidos não gordurosos e proteína no leite, caso a glicose disponível seja diminuída o suficiente para limitar a síntese de lactose. Contudo, ainda não se determinou claramente o mecanismo que modifica o metabolismo dos tecidos adiposo e mamário quando os animais recebem lipídios na alimentação (CUMMINS & RUSSEL, 1985).

Nos estudos realizados por WILKS et al. (1991) observou-se que entre dietas suplementadas com óleo (caroço de algodão ou tegumento de arroz) fornecidas à vacas em lactação, aquela com



maior teor de amido resultou na produção de leite com percentagem de proteína mais elevada, apresentando também maiores teores de glicose arterial, percentagem de N-caseína no leite, e uma tendência para maior diferença artério-venosa de glicose, indicando possivelmente uma maior transferência de glicose do sangue para utilização pela glândula mamária.

### 3.1.3. Degradabilidade ruminal

\* A degradabilidade ruminal do caroço de algodão pode ser alterada pelo processamento. Devido à qualidade de sua proteína, PENA et al. (1986) e TAGARI et al. (1986) trataram o caroço termicamente, alterando significativamente a degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta do algodão. TEIXEIRA et al. (1992) obtiveram diferenças substanciais na degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta do caroço de algodão tratado termicamente ou não, quando processaram-no fisicamente através da moagem.

Na medida em que se aumentou o grau de processamento físico (diminuição do tamanho de partícula) elevou-se também a degradabilidade da matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e extrato etéreo do caroço utilizado em dietas para vacas leiteiras de algodão (MEIRELLES, 1992).

O processamento físico também permite a entrada de óleo "livre" à nível ruminal, teoricamente indesejável devido aos



efeitos negativos do óleo sobre a fermentação ruminal (PALMQUIST & JENKINS, 1980).

#### \*3.1.4. Processamento físico do caroço de algodão

O processamento pode ser necessário dependendo da forma de fornecimento da dieta, pois COPPOCK et al. (1985a) observaram grande variação no consumo do algodão quando oferecido à parte para livre escolha dos animais, que tinham acesso a outros alimentos.

Vacas em lactação recebendo dietas contendo caroço de algodão em diferentes formas físicas (grau de processamento) não demonstraram diferença na produção de leite, produção de leite corrigida para 4% de gordura, teor de gordura, proteína, extrato seco total e desengordurado do leite (MEIRELLES, 1992).

Diferenças na produção de leite e teor de gordura do leite de vacas alimentadas com caroço de algodão inteiro ou quebrado, também não foram observados por SULLIVAN et al. (1989), sendo que a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura e relação Produção de leite/matéria seca ingerida foram superiores para vacas recebendo caroço quebrado.

O fornecimento do caroço de algodão inteiro, cuja casca protege a grande quantidade de óleo contida, tem levado à produção de leite com maior teor de gordura (BATH, 1982). Esta observação é confirmada pelo efeito negativo sobre o teor de

gordura no leite de vacas que receberam óleo de algodão no concentrado em relação ao fornecimento de caroço inteiro (MOODY, 1978). Este trabalho não identificou efeito das diferentes dietas sobre a produção de leite e teor de proteína do leite.

A diminuição na ingestão de matéria seca devido à inclusão de 15% de caroço de algodão na base da matéria seca, em dieta com uma relação volumoso:concentrado de 35:65, foi constatada por LUBIS et al. (1990). Todavia, não se observou diferença no consumo das dietas suplementadas com caroço de algodão, ou gordura protegida na proporção de 4% na matéria seca.

O maior teor de gordura no leite de vacas recebendo caroço inteiro quando comparado àquele obtido de animais recebendo farelo de algodão + óleo de algodão, também foram obtidos por MOHAMED et al. (1988). A produção de leite corrigido para 4% de gordura comportou-se da mesma maneira. Em contrapartida, não foram observadas diferenças na produção de leite e teor de proteína no leite.

Por outro lado, FERREIRA (1988) não identificou diferença no teor de gordura no leite de vacas recebendo caroço de algodão inteiro ou farelo de algodão + óleo de soja, em quantidade similar ao óleo contido na semente de algodão, no concentrado.

Vacas alimentadas com caroço de algodão apresentaram maior proporção de  $C_{18}$  e menor de  $C_{16}$  na composição da gordura do leite em ácidos graxos de cadeia longa. A concentração de ácido oleico ( $C_{18:1}$ ) no leite das vacas na metade da lactação, recebendo



caroço de algodão, foi superior, entretanto a taxa  $C_{18:1} : C_{18:0}$  teve comportamento inverso (HAWKINS et al., 1985). Este padrão de composição dos ácidos graxos de gordura do leite segue aquele observado por BROWN et al. (1962) quando as vacas receberam óleo de algodão na proporção de 6% da dieta, indicando comportamentos semelhantes do caroço de algodão e óleo livre, quanto aos processos de digestão, absorção e metabolismo dos ácidos graxos, e conseqüentemente da produção de gordura no leite.

### 3.2. Processamento da fonte de amido do concentrado

A recomendação geral quanto à forma de fornecimento dos cereais (principal fonte de amido) na ração concentrada tem sido como grãos moidos. Esta prática em se tratando do milho, parece estar baseada na aparição de partículas nas fezes, em lugar de fundamentar-se na avaliação crítica de dados experimentais. Os resultados obtidos são discutíveis e podem ser devidos à vários fatores, entre os quais o tipo de ração, variedade dos cereais, e ainda tipo de equipamento para processamento (HALE & THEURER, 1972).

#### \*3.2.1. Digestibilidade ruminal e pós-ruminal

Os grânulos de amido estão completamente embebidos na matriz proteica do endosperma córneo e periférico do milho e do sorgo. A

região do endosperma periférico é extremamente densa e dura, resistindo à penetração de água, à digestão (ROONEY e PFLUGFELDER, 1986) e ao ataque microbiano (WILSON et al., 1973).

O desaparecimento de matéria seca "in sacco" (DMSis) medida por McALLISTER et al. (1990), revelou-se reduzido para o grão de milho em diferentes formas físicas, quando comparado a outros cereais, em parte devido à resistência do germen e endosperma córneo à colonização e digestão bacteriana. Não houve diferença no DMSis entre as duas formas de milho-grão processadas fisicamente, apesar da duplicação da área superficial exposta.

O processamento apropriado dos grãos, particularmente sorgo e milho, aumenta a digestibilidade ruminal e pós-ruminal do amido, sendo de maior relevância o efeito a nível de rúmen (HALE, 1973).

Os métodos de processamento físico (quebra, trituração, moagem) geralmente estão associados com aumento na eficiência de utilização dos nutrientes tanto pelos microorganismos ruminais quanto por todos os compartimentos do trato gastrointestinal (NOCEK & TAMMINGA, 1991). Segundo estes autores, o tamanho das partículas do alimento e taxa de redução destas, podem influenciar a densidade e por consequência a taxa de passagem. Esta taxa, em última instância, definirá a quantidade de amido digerido no rúmen e nos intestinos.

EWING et al. (1986) concluíram que aumentando o tamanho da partícula de milho, ocorre uma redução na taxa de passagem pelo



rúmen. Observou-se substancial redução das partículas de milho no rúmen, exceto quando era fornecido o grão inteiro. Este grão quando colocado diretamente no rúmen, parece não sofrer redução.

Resultados indicam que durante a ingestão por novilhos, somente os grãos inteiros de milho apresentam redução de partícula detectável devido à mastigação (Ewing citado por EWING & JOHNSON, 1987).

O entendimento sobre taxas de digestão de amido, das partículas do milho-grão no rúmen e intestinos é ainda limitado, necessitando maiores avaliações sobre os efeitos da grande variação no tamanho de partículas, proporções dietéticas e níveis de ingestão de volumoso e concentrado, sobre o sítio e extensão da digestibilidade do amido (EWING & JOHNSON, 1987).

Utilizando a técnica de sacos de nylon, WILSON et al. (1973) constataram que a digestibilidade da matéria orgânica do milho está positivamente associada com a redução do tamanho de partícula do grão. O tempo de retenção do milho no rúmen revelou-se outro fator de importância na definição da digestibilidade. Todavia, NORDIN & CAMPLING (1976) não observaram diferenças significativas no desaparecimento de matéria seca no rúmen quando utilizaram milho-grão moído fina e grosseiramente.

Procurando definir o conteúdo energético de dietas concentradas, baseadas em milho, para vacas lactantes e secas, MOE & TYRREL (1976) verificaram diferença na digestibilidade de todos os componentes nutritivos, exceto proteína bruta, quando



foram comparadas dietas com milho sob três formas físicas (Inteiro, quebrado e moído). A composição energética das dietas expresso em ED, EM, EL1 e NDT apresentou-se positivamente correlacionada com o grau de processamento do grão nas dietas, acompanhando o efeito sobre a digestibilidade.

Relação positiva entre a digestão ruminal da matéria seca do amido e digestão total do amido e o processamento do grão de milho (inteiro e moído), também foram observados por GALYEAN et al. (1979). Todavia, não houve diferença entre os três graus de moagem do grão nos parâmetros avaliados. A digestão intestinal da matéria seca foi superior para o grão inteiro, sendo a digestão de amido considerada baixa sob todas as formas físicas.

Numa série de experimentos, GALYEAN et al. (1981) obtiveram diferenciação no desaparecimento de matéria seca e amido no rúmen entre diversas formas físicas (tamanho de partícula) do grão de milho, em vários tempos de incubação em sacos de nylon. Para as formas físicas com tamanho de partícula grosseiro, não houve mudanças na percentagem de matéria seca e amido "degradados". Todavia, para partículas finamente moídas o desaparecimento de matéria seca dobrou para cada quadruplicação da área superficial das partículas. Segundo os autores, o tamanho de partícula tem grande influência na degradação da matéria seca em tempos reduzidos de retenção no rúmen.

A digestão ruminal e pós-ruminal da matéria seca e matéria orgânica (percentagem da ingestão), e amido (quantidade e



percentagem da ingestão) não demonstraram influência das dietas concentradas baseadas em milho sob diferentes formas físicas (tamanho de partículas) fornecidos a novilhos, sendo, contudo, a digestão do amido em todo trato gastrointestinal superior para a dieta com milho processado quando comparada àquela para o milho inteiro (TURGEON Jr. et al., 1983). Neste estudo, grande quantidade de amido das dietas foi submetido à digestão pós-ruminal, demonstrando a importância quantitativa desta quando dietas ricas em grãos são fornecidas "ad libitum".

A digestibilidade aparente do amido e proteína em todo trato gastrointestinal de novilhos, inferiorizada para dietas contendo grão de sorgo quando comparada aquelas contendo milho ou cevada, parece estar relacionada à menor extensão da degradação do sorgo no rúmen (SPICER et al., 1986).

As diferenças na digestão "in vivo" do amido em todo trato parecem devido, principalmente, aos efeitos do processamento na fermentação ruminal do amido, conforme estabelecido por HALE (1973).

Para dieta contendo fontes suplementares de proteína com taxas diferenciadas de degradabilidade, associadas à fontes de amido, que também apresentavam diferença na digestão no rúmen, HERRERA-SALDANA et al. (1990) concluíram que a degradabilidade do amido afetou a utilização de nutrientes no rúmen um maior grau que a degradabilidade da proteína. A interação das degradabilidades da proteína e amido ou diferenças na

degradabilidade da proteína das fontes de amido (cereais), que forneciam uma média de 20% do total da proteína nas dietas, pode ter influenciado os resultados da proteína degradada no rúmen.

A interação das fontes de amido e proteína foi observada por TANIGUCHI et al. (1991), na digestibilidade ruminal da matéria orgânica, e amido, e digestibilidade aparente do nitrogênio no rúmen e intestino delgado de novilhos. Concluindo, os autores advertem que o pequeno conteúdo de suplemento protéico pode causar interações significantes entre as fontes de amido e proteína no tocante à digestibilidade ruminal de amido, nitrogênio e matéria orgânica.

### **3.2.2. Efeitos sobre o desempenho**

#### **3.2.2.1. Implicações metabólicas**

A taxa de secreção do leite apresenta como principal determinante a retirada de glicose da corrente sanguínea pela glândula mamária, com a qual mantém uma relação linear, sendo esta também verificada entre a produção de leite e concentração plasmática de glicose (Kronfeld citado por NOCEK & TAMMINGA, 1991).

Desta forma, argumenta-se que as maneiras lógicas de aumentar a glicose plasmática seriam através do fornecimento de carboidratos fermentáveis no rúmen que resultaram em substratos glicogênicos para o fígado, e também de fontes de amido que



escapam da fermentação ruminal. Esta última, deveria resultar em aparecimento líquido positivo de glicose no sistema porta-hepático, de maneira energeticamente mais eficiente, por providenciar um aumento na glicose circulante, eliminando-se perdas de calor e metano devido à fermentação (ORSKOV, 1986), desde que o carboidrato disponível no rúmen não limite a síntese de proteína microbiana.

A reduzida concentração de gordura no leite e elevada produção de proteína, sólidos não gordurosos e leite observados, foram consistentes com aumento do suprimento e eficiência energética de dieta rica em carboidratos não estruturais, que apresentou ELI significativamente superior a uma dieta com menor teor destes carboidratos (MacGREGOR et al., 1983). Aquela dieta pode estar associada com aumento no "bypass" ruminal de amido não degradado, que produziria um efeito similar aos precursores glicogênicos, caso o amido não degradado fosse digerido e absorvido pelo intestino delgado como glicose. Quando expressa para peso metabólico (kcal/kg peso vivo por dia), a dieta rica foi relacionada com perdas significativamente menores de energia como metano e calor.

Em revisão, OWENS et al. (1986) concluíram que o amido digerido no intestino delgado é 42% mais eficiente no tocante ao ganho de peso de novilhos por unidade de alimento, que o amido digerido no rúmen. Todavia, esta eficiência parece ser inerente aos ruminantes em fase de crescimento.

Estudando a absorção líquida de glicose para o sistema porta-hepático verificou-se que novilhas recuperavam 4 vezes mais glicose proveniente de infusão abomasal de amido que o animal adulto (HUNTINGTON & REYNOLDS, 1986).

Utilizando dados de 14 experimentos para desenvolver uma equação, procurando maximizar o coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,58$ ), NOCEK & TAMMINGA (1991) propuseram o amido degradado ruminal e pós-ruminalmente como variáveis independentes para determinar a produção de leite. Através desta equação verificou-se que o amido degradado pós-ruminalmente teve maior impacto no aumento da produção de leite. Entretanto, a equação utilizando a digestibilidade do amido em todo trato gastrointestinal, além de parâmetros como proteína degradada e não degradada no rúmen, proteína digestível no intestino, digestibilidade da proteína em todo trato, ingestão de gordura e amido, obteve um maior coeficiente ( $R^2 = 0,90$ ).

Absorções líquidas negativas de glicose a nível da veia porta hepática em rebanho leiteiro recebendo dietas típicas para lactação tem sido relatadas (HUNTINGTON, 1984; LOMAX et al., 1983; e REYNOLDS & HUNTINGTON, 1988). Segundo NOCEK & TAMMINGA (1991), isto significaria limitada retirada de glicose das fontes dietéticas (hidrólise intestinal e transporte limitados) ou utilização da glicose absorvida para o metabolismo dos tecidos viscerais.

Os limitantes para digestão de amido nos intestinos seriam a baixa atividade da amilase, inadequado tempo de retenção do alimento no intestino, quantidade insuficiente de maltase e limitada capacidade de absorção de glicose (ORSKOV, 1986).

Por outro lado, OWENS et al. (1986) destacam que embora existam limitações quando são feitas infusões de glicose e amido no duodeno, a capacidade enzimática parece não limitar a digestão do amido, levando-se em conta a não detecção de "plateau" no desaparecimento do amido ao nível do intestino delgado, quando os animais recebem dietas típicas. Estes autores, e ainda REMILLARD & JOHNSON (1984) afirmam que não se evidenciam limitações da digestão de amido devido a atividade da amilase.

A quantidade de maltase (RUSSELL et al., 1981a e RUSSELL et al., 1981b) e a absorção de glicose (RUSSELL et al. 1981b) não são os principais limitadores da digestão de amido do milho à nível de todo trato gastrointestinal.

A capacidade absorptiva de glicose do intestino delgado é maior que a taxa pela qual o amido é hidrolizado e a glicose resultante é absorvida (KREIKEMEIER et al., 1991). Todavia, estes autores destacam a importância da estrutura granular do amido na inibição parcial do desaparecimento deste no intestino delgado. Observou-se que granulos de amido nos grãos, envoltos pela matriz protetora, podem ter sua hidrólise reduzida.



### 3.2.2.2. Parâmetros produtivos

O grau de processamento (trituração) do milho-grão revelou-se positivamente relacionado à produção de leite e proteína no leite, sendo o teor de gordura no leite superior para animais recebendo milho-grão inteiro (MOE & TYRRELL, 1977).

A produção de leite de vacas recebendo dietas contendo milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) triturado finamente superou aquela de animais com MDPS processado de maneira grosseira, não se observando alterações na composição de leite (CARDOSO et al., 1980).

Associado o fornecimento de lipídio suplementar com fontes de carboidratos não estruturais de degradabilidade ruminal diferenciada, CASPER et al. (1990) não identificaram efeito interativo entre o óleo adicionado e a fonte de carboidrato não estrutural sobre o teor de gordura do leite. Para concentrado baseado em milho, a substituição do farelo de soja pela soja extrudada resultou em menor proporção ruminal de propionato produzido, todavia sem alterar a relação acetato: propionato. Esta taxa foi superior para as dietas baseadas na fonte de carboidrato não estrutural mais degradável, no entanto sem traduzir em maior teor de gordura.

A percentagem de gordura no leite não foi afetada pela solubilidade e degradabilidade ruminal das fontes de carboidratos e proteínas (CAPER & SCHINGOETHE, 1989). Os dados obtidos mostram

que a proporção molar de propionato e relação acetato:propionato não diferiram entre as dietas, e a concentração de amônia ruminal apresentou valores próximos quando as dietas foram suplementadas com uréia.

A superioridade de dietas baseadas em milho, quanto a ingestão de matéria seca, passagem de amido e aminoácidos para o duodeno e digestibilidade do amido no intestino delgado, aumentando a disponibilidade de glicose para síntese de lactose, poderia explicar os resultados da produção de leite superior aquela observada em dietas baseadas em cevada, que apresentaram maior digestibilidade ruminal e total (McCARTHY Jr. et al., 1989). Estes pesquisadores não constataram influência da sincronização da degradabilidade ruminal das fontes suplementares de energia e proteína na produção e composição do leite.

A sincronização das fontes de proteína e energia de alta degradabilidade ruminal favorecendo a produção de microflora do rúmen, ou o fornecimento de nutrientes de maior eficiência energética a nível intestinal por fontes de lenta degradação podem levar a alta produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (HERRERA - SALDANA & HUBER, 1989). Entretanto, uma dieta associando alta degradabilidade de amido e proteína superou as demais quanto à produção de leite.



#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

##### 4.1. Localização e condições climáticas

O experimento foi conduzido na Fazenda Palmital, propriedade da Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE), localizada no Município de Ijaci-MG (distante 15km da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Lavras, Minas Gerais).

Os dados climáticos disponíveis dizem respeito ao município de Lavras, apresentando as coordenadas geográficas de 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude Oeste de Greenwich (CASTRO NETO et al., 1980), situando-se na Região Sul do Estado de Minas Gerais. O clima é do tipo  $C_{wb}$  segundo classificação de Koppen, apresentando duas estações definidas: chuvosa, de outubro a março, e seca de abril a setembro. A precipitação média anual é de 1.493,2 mm, com cerca de 66,8% desta no período de novembro a fevereiro, que apresenta temperaturas médias máxima de 31°C e mínima de 17,1°C. (VILELA & RAMALHO, 1979).



#### 4.2. Animais utilizados

Foram selecionados 8 vacas multíparas da raça Holandesa Preto e Branco, puras por cruza (P.C.). Estes animais encontravam-se na metade da lactação com média de 132 dias de paridas, e 543 kg de peso vivo.

#### 4.3. Tratamentos experimentais

Os tratamentos consistiam de 4 tipos de concentrado, cuja diferença residia na forma física do caroço de algodão (inteiro e triturado) e milho-grão (quebrado ou moído) que compunham aqueles concentrados, sendo: 1 - caroço inteiro + milho moído (CI + MM); 2 - caroço triturado + milho moído (CT + MM); 3 - caroço inteiro + milho quebrado (CI + MQ); 4 - caroço triturado + milho quebrado (CT + MQ).

As dietas foram balanceadas para produção de 20 kg/dia de leite com 3,0% de gordura, para vacas pesando 500 kg (NRC, 1989), adotando-se uma relação volumoso:concentrado de 40:60, com base no consumo verificado no período pré-experimental.

A composição dos concentrados é apresentada na Tabela 1.

TABELA 1. Composição centesimal dos concentrados (MN<sup>a</sup>).

Componentes	Concentrados			
	I	II	III	IV
Milho grão: moído	69,5	69,5		
quebrado			69,5	69,5
Caroço de algodão:				
Inteiro	26,1		26,1	
Triturado		26,1		26,1
Uréia <sup>b</sup>	2,0	2,0	2,0	2,0
Calcário <sup>c</sup>	1,0	1,0	1,0	1,0
Premix <sup>d</sup>	0,7	0,7	0,7	0,7
Sal comum	0,7	0,7	0,7	0,7

a - MN - base matéria natural;

b - Uréia Petrofertil (45% N);

c - 37,9% Ca;

d - Agroceres (Ca - 22%; P - 15%; Mg - 0,83%; S - 2,0%; Fe - 500 mg/kg; Cu - 3.333 mg/kg; Mn - 2.500 mg/kg; Zn - 333 mg/kg; I - 333 mg/kg; Se - 66,6 mg/kg; F - 1,5 mg/kg)

O volumoso utilizado foi capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) verde, picado para o fornecimento.

Para obtenção das diferentes formas físicas do caroço de algodão e milho-grão, procedeu-se da seguinte forma:

1 - Caroço de algodão

Inteiro - utilizou-se o caroço de algodão com presença de línter, após a retirada da fibra pela usina algodoeira, sem nenhum processamento físico ou químico.

Triturado - o caroço de algodão foi triturado em moinho de martelo, com retirada das 2 facas e três dos seis martelos de cada um dos 4 conjuntos do moinho, que dispunha de peneira de 4 mm.



## 2 - Milho-grão

Quebrado - o milho foi triturado em moinho de martelo, procedendo-se a mesma retirada de peças feita para o caroço de algodão triturado, e ainda sem presença de peneira.

Moído - obtido nas condições normais do moinho de martelo, com peneira de 2 mm.

### 4.4. Determinação do tamanho de partícula do grão de milho

Para determinação do tamanho médio de partículas das formas físicas do milho, utilizou-se a técnica de peneiras para cálculo do diâmetro geométrico médio (ENSOR et al., 1970) e módulo de fineza (ASAE descrito por POPPI et al., 1980), onde obtemos resultados aproximados devido à utilização de série de peneiras que não mantinham exata constância da relação entre todas peneiras subsequentes, exigida pelo método.

A distribuição percentual das partículas do milho retidas nas peneiras, diâmetro geométrico médio e módulo de fineza são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Percentagem de partículas retidas nas diferentes peneiras, de acordo com o tamanho do crivo, para as duas formas físicas do milho-grão.

Item	Tamanho do crivo da peneira (mm)								
	4,76	2,0	1,0	0,5	0,25	0,105	prato	DGM <sup>a</sup>	MF <sup>b</sup>
Forma Física do milho									
Quebrado	5,31	34,07	24,57	16,39	7,60	6,93	5,13	1,160	3,92
Moído	-	2,37	16,73	36,97	25,04	14,66	4,23	0,500	2,66

<sup>a</sup> DGM - Diâmetro Geométrico Médio, em mm

<sup>b</sup> MF - Módulo de fineza

#### 4.5. Amostragem e análise química

##### 4.5.1. Dieta experimental

As amostras de concentrado e volumoso foram coletadas nos momentos de fornecimento (2 vezes/dia) durante os 5 dias finais de cada período de comparação, sendo o concentrado acondicionado em sacos de papel e o volumoso em sacos plásticos, que foram armazenados em freezer para posterior análise.

As sobras foram coletadas na manhã seguinte à primeira amostragem da dieta fornecida, e estendeu-se a amostragem pelos 5 dias de coleta de dados.

As análises químicas dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da ESAL, determinando-se os teores de Matéria Seca (MS), Proteína



Bruta (PB), pelo Método micro Kjeldahl, e Extrato Etéreo segundo A.O.A.C. (1990).

A composição química do caroço de algodão, grão de milho e Capim Elefante é apresentada na Tabela 3.

TABELA 3. Composição química dos ingredientes da dieta e dos concentrados (% na MS)<sup>a</sup>.

Ingrediente	MS	PB	EE	FDN <sup>b</sup>
Milho	87,5	10,4	ND <sup>c</sup>	9,0
Caroço de algodão	91,9	22,4	19,6	47,9
Capim Elefante	23,0	5,0	ND	50,0
<b>Concentrados:</b>				
CI + MM <sup>d</sup>	88,4	18,2	7,7	16,5
CT + MM <sup>d</sup>	88,2	18,3	7,0	16,5
CI + MQ <sup>d</sup>	88,6	18,4	7,4	16,5
CT + MQ <sup>d</sup>	87,7	18,0	7,0	16,4

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

b - Fonte: NRC (1989); FDN dos concentrados - calculado segundo composição dos ingredientes.

c - ND - Não determinado.

d - Tratamentos experimentais:

CI - Caroço de Algodão Inteiro

CT - Caroço de Algodão Triturado

MM - Milho-Grão Moído

MQ - Milho-Grão Quebrado

#### 4.5.2. Leite

A amostragem do leite foi realizada durante a ordenha da manhã dos 5 dias finais de cada período de comparação.

O leite de cada animal foi homogeneizado e coletado em frascos plásticos com capacidade para 300 ml e então levado para a análise no Laboratório de Laticínios do Departamento de Ciência dos Alimentos da ESAL.

Determinaram-se os teores de gordura (TG) (Butirômetro), Densidade (Lacto densímetro à 20°C) e Extrato Seco Total (EST) (Disco de Ackerman) e Extrato Seco Desengordurado (ESD), de acordo com BRASIL (1980).

As determinações de Proteína Bruta pelo método micro Kjeldahl (A.O.A.C., 1990), substituindo-se o fator 6,25 pelo fator específico do leite (6,38, segundo Crampton e Harris citados por SILVA 1990) foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal (DZO/ESAL).

A produção e composição do leite dos animais no período pré-experimental são apresentadas no Tabela 4.



TABELA 4. Produção, teor de gordura, proteína, extrato seco total, extrato seco desengordurado e densidade do leite dos animais antes do fornecimento das dietas experimentais (tratamentos).

Item	P(kg/dia)	DEN	G	PB ————— percentagem	EST	ESD —————
Quantidade	18,30	1030,1	3,18	3,26	11,59	8,41
Desvio	3,79	0,91	0,48	0,25	0,58	0,23

#### 4.6. Manejo dos animais

Os animais foram alojados individualmente em baias, onde permaneceram confinados durante todo período experimental. As vacas eram retiradas das baias apenas para a ordenha mecânica realizada duas vezes por dia, às 7:00 e 15:00 horas, e também para pesagem realizada no início do experimento e a cada período de 14 dias, quando havia troca de tratamento, logo após a ordenha da manhã.

Em suas baias, os animais tinham acesso livre a cochos separados para fornecimento de volumoso e concentrado, e a bebedouro com água. O fornecimento do concentrado e volumoso foi realizado ao mesmo tempo, após as ordenhas, sendo 10 kg de concentrado/dia dividido em partes iguais, e volumoso suficiente para sobra de 10% no mínimo, para animal de maior consumo, identificado no período pré-experimental. As sobras foram pesadas diariamente, pela manhã antes do fornecimento da dieta.

Os ingredientes do concentrado eram misturados em quantidade suficiente para cada período de comparação (14 dias).

#### 4.7. Manejo Experimental

O período pré-experimental compreendeu 21 dias para adaptação dos animais às condições experimentais de confinamento e fornecimento da dieta. Logo após, optou-se por um período de adaptação ao caroço de algodão que compreendeu 7 dias, onde os animais começaram a receber as dietas experimentais designadas à eles para o primeiro período de comparação, já que a única diferença das dietas residia na forma física. Prosseguiu-se, então, para os períodos de comparação que tiveram duração de 14 dias cada.

A duração total do experimento compreendeu 84 dias, compreendidos entre 17 de dezembro de 1992 a 10 de março de 1993.

A coleta dos dados de produção (pesagem do leite das 2 ordenhas) e composição do leite, além das amostras do concentrado e volumoso para análise foram feitas nos últimos 5 dias de cada período de comparação.

Os animais, antes do período pré-experimental estavam em regime semi-intensivo, recebendo silagem de milho e concentrado, fornecido à razão de 10 kg/dia em duas vezes, no cocho. A composição centesimal do concentrado e da silagem fornecida aos animais, inclusive durante o período pré-experimental constam na Tabela 5.



TABELA 5. Composição centesimal do concentrado e silagem de milho fornecidos aos animais no período pré-experimental (MS)<sup>a</sup>.

Composição	Concentrado <sup>b</sup>	MS	PB	FDN
Ingredientes				
Silagem de milho <sup>c</sup>	-	22,0	6,7	-
Milho <sup>c</sup>	40	87,5	10,0	9,0 <sup>d</sup>
Farelo de trigo <sup>d</sup>	15,5	88,0	18,4	37,0
Farelo de algodão <sup>d</sup>	13,0	88,9	32,4	-
Soja (grão) <sup>d</sup>	28,0	92,0	42,8	-
Sal comum	0,5	-	-	-
Sal mineral	2,0	-	-	-
Calcário calcítico	1,0	-	-	-

a - Base na matéria seca;

b - Base na matéria natural;

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

d - NRC (1989).

#### 4.8. Delineamento experimental

Um ensaio alternativo em "change over" (COCHRAN e CANNON, 1941), com delineamento estatístico em quadrado latino foi utilizado, sendo montados 2 quadrados latinos 4 x 4, sendo um para animais com produção acima de 20 kg/dia (alta produção) e outro para produção abaixo deste patamar (baixa produção), obtidas no período pré-experimental.

Os dados foram analisados pelo programa SAEG (EUCLIDES, 1983), utilizando-se o seguinte modelo estatístico:

$Y_{ijkl} = \mu + N_i + A(i)j + P(i)k + Cl + (NC)il + e_{ijkl}$ , sendo:

$Y_{ijkl}$  = variável observada para o animal  $j$  no período  $k$  dentro do nível de produção  $i$ , quando recebeu o concentrado  $l$ ;

$\mu$  = média geral da variável no experimento,

$N_i$  = efeito do nível de produção  $i$ , sendo  $i = 1, 2$ ;

$A(i)j$  = efeito do animal  $j$  dentro do nível de produção  $i$ , sendo  $j = 1, 2, \dots, 6$ ;

$D(i)k$  = efeito do período  $k$  dentro do nível de produção  $i$ , sendo  $k = 1, 2, 3, 4$ ;

$Cl$  = efeito do concentrado  $l$ , sendo  $l = 1, 2, 3, 4$ ;

$(NC)il$  = efeito da interação nível de produção  $\times$  concentrado;

$e_{ijkl}$  = erro associado a cada observação.

As diferenças entre tratamentos foram analisados pelo teste  $F$ , através de contrastes ortogonais (COCHRAN & COX, 1966), organizados assim: 1 - forma física do milho (MM - MQ); 2 - forma física do caroço em dietas típicas (CI + MM - CT + MM); e 3 - forma física do caroço com milho quebrado (CI + MQ - CT + MQ).



## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Consumo da dieta**

O consumo médio do volumoso (CV) e dos concentrados (CC) e a ingestão total de matéria seca (IMS) não diferiram ( $P > 0,05$ ) em decorrência das diferentes formas físicas do milho e do caroço de algodão, bem como da interação entre estas. O consumo de matéria seca por peso vivo médio também não revelou efeito dos diferentes concentrados (Tabela 6).

A manutenção da relação volumoso: concentrado em torno de 40:60, estabelecida no período pré-experimental com fornecimento de ração sem caroço de algodão, principalmente ao levarmos em consideração o fornecimento fixo de concentrado que responderia por 60% da ingestão de matéria seca, parece indicar que para os níveis empregados na dieta, isto é, 15,7% da MS e 2,36 kg de MS proveniente do caroço de algodão, não ocorre redução da ingestão total de matéria seca.

TABELA 6. Consumo médio diário de volumoso (CVL) e concentrados (CC), ingestão total (IMS) e relação consumo de MS/Tamanho do animal (Base na MS).

Item	Concentrado (tratamento)			
	CI+MM	CT+MM	CI+MQ	CT+MQ
CVL (Kg/animal/dia)	6,17	6,09	6,45	6,30
CC (kg/animal/dia)	8,81	8,79	8,77	8,68
IMS (CVL + CC)	14,98	14,88	15,22	14,98
Relação Volumoso:concentrado	41:59	41:59	42:58	42:58
Consumo MS/Peso vivo médio	2,78	2,76	2,81	2,76
Consumo MS/UTM <sup>a</sup>	0,134	0,133	0,135	0,133

<sup>a</sup>UTM - Unidade de Tamanho Metabólico =  $\text{Peso Vivo}^{0,75}$

SMITH et al. (1981) utilizando caroço de algodão nas proporções de 5, 15 e 25% da MS total da dieta, com consumo diário de 0,95, 2,87 e 5,10 kg, respectivamente, de matéria seca proveniente do caroço do algodão, não observaram efeito negativo da inclusão do algodão, mesmo com maior nível, sobre a ingestão total de MS. Também não foram identificados efeitos depressivos sobre a ingestão de MS com fornecimento de 15 e 30% de caroço de algodão na dieta (SMITH et al., 1980), e níveis de até 40% de caroço de algodão no total de concentrado fornecido, (ANDERSON et al., 1980).

Entretanto, PALMQUIST (1987) verificou um efeito quadrático na ingestão de MS com fornecimento de 0, 1,7, 3,4 e 5,1 kg de caroço de algodão, apresentando Ingestão Total de matéria seca de 17,4, 18,0, 16,8 e 15,9 kg/dia, respectivamente. Todavia, o



efeito negativo da inclusão de caroço de algodão na ingestão de matéria seca, manifestou-se bem acima do nível utilizado no presente experimento, que situa-se entre o fornecimento de 1,7 e 3,4 kg.

Os dados obtidos por ANDERSON et al. (1979) quando forneciam 1,74 kg de caroço de algodão apresentam valores similares aos obtidos neste trabalho, exceto para ingestão de matéria seca e consumo de volumoso. Não foram verificados efeitos negativos da utilização do algodão no consumo da dieta. Os resultados para ingestão de matéria seca, consumo concentrado, consumo de volumoso e consumo de MS por peso vivo (CMS/PV) foram 18,08, 8,72, 9,59 e 2,78, respectivamente. A diferença da ingestão de matéria seca entre os trabalhos reside basicamente no maior consumo de volumoso observado por aqueles autores, possivelmente devido à qualidade do volumoso. Entretanto, CMS/PV de 2,78 kg foi semelhante ao observado neste experimento.

O processamento físico do caroço de algodão, e consequentemente o fornecimento do óleo sem proteção da casca do caroço, não alterou o consumo de volumoso, de concentrado e ingestão total de matéria seca nas diferentes formas físicas do milho.

Os dados obtidos no presente trabalho concordam com os de MEIRELLES (1992), que utilizou caroço de algodão (35% do concentrado), com consumo médio de 2,8 kg/vaca/dia, também não observando diferenças na IMS como volumoso e concentrado entre dietas contendo diferentes formas físicas do caroço de algodão.



Diferenças na ingestão de volumoso e concentrado em dois experimentos com caroço de algodão substituindo 19% do concentrado fornecido em dieta rica em volumoso e 16% em dieta pobre, perfazendo o consumo de aproximadamente 2 kg de algodão/animal/dia, não foram identificadas por MOODY (1978). A adição apenas do óleo de algodão, nas mesmas proporções daquele fornecido pelo caroço de algodão, no concentrado padrão, também não influenciou significativamente o nível de ingestão da dieta.

Trabalhando com sementes de oleaginosas (soja e algodão) inteiras, cruas ou tostadas, MOHAMED et al. (1988) também concluíram que dietas com semente (16,5% na MS) ou óleo livre + farelo apresentam IMS semelhantes. Todavia, a inclusão de ambas as formas de suplementação com lípidio reduziu o consumo das dietas quando comparados a uma dieta sem suplementação.

A ingestão de MS do volumoso mostrou-se inalterada quando os animais recebiam dietas contendo caroço de algodão cru, 18,5 e 35% do concentrado, tostado, 46% de concentrado, e farelo de algodão + 5% de óleo de soja no concentrado, fornecido igualmente na proporção de 5,0 kg/cabeça/dia (FERREIRA, 1988).

Focalizando o efeito da forma física do milho na ingestão de MS, os dados obtidos no presente trabalho concordam com os de MOE & TYRRELL (1977), que verificaram uma IMS de 16,07, 16,98 e 17,00 kg/dia por vacas em lactação recebendo milho inteiro, quebrado e moído, respectivamente, na proporção de 45% da dieta completa com relação volumoso:concentrado de 40:60, sendo apenas a dieta



contendo milho inteiro diferente significativamente quanto à ingestão. CARDOSO et al. (1980) utilizando milho desintegrado grosso e fino, entre seus tratamentos, também não conseguiram identificar diferenças na ingestão de MS do volumoso e concentrado.

#### 5.2. Produção de leite, produção de leite corrigido para 4% de gordura, eficiência da produção e ganho de peso

As médias de produção de leite, produção de leite corrigido para 4% de gordura, eficiência da produção e ganho de peso estão relacionadas na Tabela 7. Verificou-se que o ganho de peso (GP) não diferiu entre as dietas, apresentando todavia uma maior produção de leite (PL) para as dietas contendo milho moído ( $P < 0,025$ ) independente da forma física do caroço de algodão. A produção de leite corrigida para 4% de gordura (PLC) e a eficiência da produção (EP) medida pela relação PL/IMS também foram superiores para as dietas que utilizaram o milho moído ( $P < 0,01$ ) em relação à inclusão de milho quebrado na dieta.

A PL apresentou uma queda em relação ao período pré-experimental (18,3 kg/dia), todavia, outros trabalhos com a inclusão de quantidades semelhantes de caroço de algodão na MS da dieta (15%) não se alterou a PL (SMITH et al., 1981; DePETERS et al., 1985). Por outro lado, ANDERSON et al. (1979) observaram maior PL e PLC dos animais que consumiram 1,74 kg de caroço de algodão. Somente

TABELA 7. Produção de leite (PL), produção de leite corrigido para 4% de gordura (PLC), eficiência da produção (EP) e ganho de peso (GP) das vacas recebendo as dietas experimentais.

Item	Concentrado (tratamento)					
	MM		Média	MQ		Média
	CI	CT		CI	CT	
PL (Kg/dia)	13,60	13,40	13,50 <sup>c</sup>	12,10	12,50	12,30 <sup>d</sup>
PLC* (Kg/dia)	12,60	12,10	12,35 <sup>a</sup>	11,30	11,40	11,35 <sup>b</sup>
EP (PL/IMS)	0,91	0,90	0,90 <sup>a</sup>	0,70	0,83	0,76 <sup>b</sup>
GP (Kg/dia)	0,275	-0,109	0,083 <sup>a</sup>	0,260	0,182	0,221 <sup>a</sup>

a,b Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes (P < 0,01).

c,d Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes (P < 0,025).

\* PLC = (0,4 x PL) + (0,15 x PL x G) (fórmula de Gaines, citada por JOHANSSON & RENDEL, 1972).

com níveis de ingestão de caroço de algodão (3,3 kg/dia) mais altos do que do experimento (2,3 kg/dia), foi observada diminuição na PL (LUBIS et al., 1990), ou ainda quando o algodão substituiu parte (15%) da fração volumosa da dieta (WILKS et al., 1991).

Embora a trituração do caroço de algodão possa liberar o óleo da proteção da casca, e a maioria dos dados suportarem um efeito inibitório do óleo na atividade microbiana (PALMQUIST & JENKINS, 1980), a PL, PLC, EP e GP não foram alteradas pela forma física do caroço nas duas formas de fornecimento do milho grão. Os resultados de PL indiferentes da forma de fornecimento



do "óleo" poderiam ser explicados pelo teor de cálcio na dieta, principalmente devido à inclusão de calcário, já que o Cálcio forma sabões insolúveis que removem os ácidos graxos da solução não ficando disponíveis para ligar-se à microbiota ruminal (El Hag e Miller citados por PALMQUIST & JENKINS, 1980). Deve-se ressaltar entretanto, que os resultados negativos da inclusão de óleo livre constatados por MOHAMED et al. (1988), ocorreram mesmo com teor de Cálcio da dieta na proporção de 120% das recomendações do NRC.

O fornecimento de caroço de algodão inteiro (2,0 kg/dia) ou quantidade equivalente do óleo contido neste algodão, na fração concentrada da dieta, também não alterou a PL e PLC, segundo MOODY, 1978.

MOHAMED et al. (1988) utilizando caroço de algodão inteiro (16,5%) ou 12,5% de farelo de algodão + 4% de óleo de algodão na MS da dieta, não identificaram diferenças na PL das vacas recebendo estas rações; todavia a dieta com óleo livre apresentou menor PLC.

De forma diferenciada, SULLIVAN et al. (1989) identificaram superioridade do fornecimento do caroço quebrado em relação ao inteiro quanto a PLC para 3,5% de gordura ( $P < 0,01$ ), dentro da mesma variedade de algodão. A eficiência de produção (PL/IMS) apresentou resultado semelhante com 1,19 e 1,07 para caroço quebrado e inteiro, respectivamente. A PL, por sua vez, não apresentou diferença. Os valores de EP superiores aos obtidos no

presente experimento, poderiam ser explicados pela diferença no estágio da lactação das vacas, já que os animais em início de lactação apresentam parâmetros de produção de leite superiores (DePETERS et al., 1985).

Apesar de trabalhar com animais no início da lactação e produção de leite conseqüentemente superior (17,0 kg/dia) além de maior consumo de caroço de algodão (2,8 kg/dia), MEIRELLES (1992) também não observou efeito da forma física do algodão (inteiro, quebrado, triturado e moído) na PL e PLC.

O adiantado estágio da lactação (COPPOCK et al., 1985) e menor nível de produção (PALMQUIST & JENKINS, 1980) podem ser fatores limitantes para caracterização de diferença entre formas de fornecimento do lipídio suplementar, podendo desta forma, não permitir diferenciação nas condições deste experimento.

Quanto à influência da forma física do milho, a diferença na produção de leite de 18,08, 16,30 e 15,46 kg/dia para dieta contendo milho moído, quebrado e inteiro, respectivamente, foi atribuída por MOE & TYRRELL (1977), ao aumento de EM disponível para a dieta com milho moído. A ELI foi 6 e 14% menores para as dietas com milho quebrado e inteiro. Para os autores o milho quebrado e inteiro correspondem a 86 e 68% do valor do milho moído. Os resultados do presente trabalho concordam com estes autores, levando-se em conta a maior PL e PLC para o milho moído.

A diferença na produção de leite de 13,50 e 12,30; produção de leite corrigida para 4% de gordura de 12,35 e 11,35; e



eficiência de produção de 0,90 e 0,76, para as dietas com milho moído e quebrado, respectivamente, poderiam ser explicadas pela melhor digestibilidade ruminal e pós-ruminal do milho moído, decorrentes da maior colonização e digestão microbiana do amido e/ou uma taxa de passagem elevada para o milho quebrado, decrescendo a digestão total.

A diferença observada entre o tamanho da partícula de milho grão, medidas em diâmetro geométrico médio, apresentando valores de: 0,500 mm e 1,160 mm, para milho moído e quebrado, respectivamente, foram suficientes para refletir diferenças na produção de leite.

Estes resultados estão de acordo com Kim & Owens citados por OWENS et al. (1986), que afirmaram ser o processamento para obter partículas maiores que 0,250 mm e menores que 1,000 mm, ideal para fornecimento aos animais.

Por sua vez, GALYEAN et al. (1981), utilizando a técnica de sacos de nylon para incubação ruminal em novilhas holandesas, observaram maior desaparecimento de MS e amido para partículas que, após processamento situavam-se no lote com tamanho médio de 0,750 mm, retidas entre as peneiras de 1,000 mm e 0,500 mm, indicando ser a proporção de partículas com este ou até menor tamanho, importante para definir uma maior digestão à nível ruminal e em todo trato.

Os dados de experimento e aqueles obtidos por MOE & TYRRELL (1977) indicam a necessidade de melhor processamento para máxima

digestão por vacas em lactação, presumivelmente porque animais adultos não mastigam os grãos suficientemente (OWENS et al., 1986).

Os dados quanto ao módulo de fineza para milho moído e quebrado, de 2,66 e 3,92, respectivamente, podem explicar as diferenças na produção de leite devido à diferença na digestibilidade da dieta, já que para máxima digestibilidade da matéria orgânica do milho-grão, verificou-se que o grau de moagem deveria ser de maneira a obter um módulo de fineza (MF) de 2,99 (WILSON et al., 1973), valor este muito próximo ao do milho moído neste experimento.

O maior grau de processamento do milho está associado à alta degradabilidade e produção de ácidos graxos voláteis (AGV's) no rúmen, inclusive de ácido propiônico, o que segundo SUTTON (1985), acarreta aumento na produção de leite. Devido ao seu processamento, o milho moído pode então possibilitar maior produção de leite e produção de leite corrigido para 4% de gordura em relação ao milho quebrado.

Examinando os dados pela ótica da sincronização da degradabilidade ruminal, não houve qualquer efeito da combinação de fontes de amido (milho-grão) e proteína (caroço de algodão), quer seja de alta degradabilidade ruminal, isto é milho moído e caroço de algodão triturado, quer seja de baixa degradabilidade, como milho quebrado e caroço inteiro.



Todavia, a diferença entre as dietas com milho moído e quebrado, pode estar envolvendo não apenas a possível melhoria na digestibilidade ruminal do amido, mas também a interação entre a degradabilidade do amido e NNP presente na dieta experimental (2,0% de uréia), possibilitando maior produção de leite, produção de leite corrigida para 4% de gordura e eficiência de produção.

Os efeitos da sincronização podem ter sido mascarados no presente experimento, já que a proteína proveniente do milho correspondia a valores médios acima de 33% do total de proteína bruta das dietas. No tocante a sincronização para rápida fermentação com amido e proteína mais degradáveis, pode ter ocorrido interação da uréia (altamente solúvel) e proteína do milho encobrendo qualquer possível efeito da fonte de proteína utilizada (caroço de algodão).

A diferença no ganho de peso médio entre caroço de algodão inteiro e caroço de algodão triturado nas duas formas físicas do milho, não se revelou significativa.

Quanto ao ganho de peso, MOODY (1978) observou que para as vacas recebendo dietas ricas em volumosos não houve efeito do fornecimento de óleo ou caroço de algodão, com ganhos diários médios de apenas 0,033 kg/dia. Por outro lado, em dietas com menor quantidade de volumoso, a inclusão do caroço de algodão diminuía o ganho de peso de 0,028 e 0,029 kg/dia para as dietas com óleo e sem lipídio, para 0,018 kg/dia para dieta com algodão.

LUBIS et al. (1990) não verificaram diferença entre a dieta típica (sem lipídio) e aquela com 15% de caroço de algodão, quanto ao ganho de peso, com valores de 0,413 e 0,257 kg/dia, respectivamente. Os valores do presente experimento para as dietas com caroço inteiro (0,267 kg/dia) aproximou-se muito do valor médio para as dietas contendo caroço de algodão encontrado por aqueles autores, que também observaram valor negativo no ganho de peso (0,180 kg/dia), quando incluíram algodão em dieta com menor teor protéico, indicando uma possível interferência do óleo sobre o metabolismo de proteína.

### 5.3. Gordura no leite

A produção e teor de gordura no leite são apresentados no Tabela 8. O teor de gordura não sofreu influência dos diferentes tipos de concentrado fornecidos. Entretanto, a produção diária de gordura demonstrou-se superior para as dietas que continham o milho na forma moída.

Entre os fatores dietéticos que influenciam a concentração de gordura no leite citados por SUTTON (1989), dois assumem especial interesse no experimento, quais sejam: lipídio suplementar e a relação forragem:concentrado, dentro da qual a fonte de carboidrato no concentrado apresenta grande relevância.

O teor de gordura (TG) no período pré-experimental apresentou valor médio inferior aquele observado no período de



TABELA 8. Produção e teor de gordura no leite de vacas recebendo dietas contendo caroço de algodão e milho em diferentes formas físicas.

Item	Concentrado (tratamento)					
	MM			MQ		
	CI	CT	Média*	CI	CT	Média*
Produção de gordura (kg/dia)	0,475	0,453	0,464 <sup>a</sup>	0,429	0,434	0,430 <sup>b</sup>
Teor de gordura (%)	3,57	3,46	3,51 <sup>a</sup>	3,62	3,55	3,58 <sup>a</sup>

\* Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ( $P < 0,01$ ).

coleta. Alguns fatores que poderiam explicar esta mudança são: 1) os animais na fase pré-experimental apresentaram consumo elevado de concentrado (baixo teor de fibra), com reduzida relação forragem:concentrado, normalmente relacionada com queda na concentração de gordura no leite (SUTTON, 1989); 2) neste mesmo período os animais receberam silagens de milho, diminuindo a quantidade de fibra em relação ao capim elefante fornecido no período experimental, e aumentando o fornecimento de nutrientes tais como amido do milho ensilado, facilmente degradável, agravando o efeito sobre o teor de gordura; 3) o elevado teor de fibra (47,9% FDN, segundo MEIRELLES, 1992) do caroço de algodão e/ou presença do óleo, fatores relacionados à elevação do teor de gordura no leite; e 4) estágio de lactação, e conseqüentemente nível de produção dos animais.

Fornecendo 3 dietas-tratamento, sendo: 1) concentrado sem lipídio suplementar (padrão); 2) dieta com 20% de caroço de algodão substituído igual peso do concentrado padrão, e 3) dieta com fornecimento de maior quantidade de concentrado padrão para equivaler a EM da dieta 2, ANDERSON et al. (1979) não observaram diferenças no teor de gordura do leite (%), com médias de 3,66, 3,70 e 3,60 para as dietas 1, 2 e 3, respectivamente. Os autores verificaram tendência para maior relação acetato: propionato no rúmen e teor de gordura no leite para os animais recebendo dieta com caroço de algodão. Outro teste entre a dieta 1 e dieta com inclusão de 1,9 kg de caroço de algodão em substituição à quantidade semelhante de concentrado, também não identificou diferença na percentagem de gordura, sendo 3,52 e 3,57, respectivamente, estando muito próximas daquelas encontradas no presente experimento.

WILKS et al. (1991) também não observaram diferença na percentagem de gordura no leite com inclusão de 15% de caroço de algodão na MS da dieta, substituindo parte do concentrado.

Por outro lado, utilizando caroço de algodão nesta mesma proporção (15%) em dietas com relação volumoso: concentrado de 40:60, HORNER et al. (1986) observaram aumento na percentagem de gordura quando incluiu-se o algodão (3,38%) em relação à dieta sem presença de óleo (2,97%). A produção de gordura não diferiu entre as dietas, sendo 1,06 e 1,00 kg/dia, respectivamente.



SMITH et al. (1981) também observaram aumento na produção e teor de gordura no leite quando utilizaram níveis de 15 e 25% na MS de caroço de algodão em relação à dieta sem algodão (semente) ou com inclusão de apenas 5% deste.

Os resultados quanto a produção e percentagem de gordura no leite não diferiram entre dietas contendo 10, 15 e 20% de caroço de algodão na MS da dieta, sendo estas superiores à dieta sem algodão, apresentando percentagens de gordura de 3,45, 3,51, 3,61 e 3,19, respectivamente (DePETERS et al., 1985). Os valores médios encontrados para inclusão de caroço inteiro situaram-se bem próximos aos relatados no presente experimento. Todavia, a produção de gordura apresentou-se em patamar superior, devido a maior produção de leite obtida por aqueles pesquisadores. A percentagem média de gordura entre todos os tratamentos do experimento, 3,55, está muito próxima daquela encontrada por aqueles autores para os animais na segunda metade da lactação, 3,53, independente da dieta recebida.

A percentagem de gordura apresentou aumento para dietas que incluíam 15 e 30% de caroço de algodão, quando comparadas à dieta controle, situando-se em 4,00, 4,18 e 3,70, respectivamente (SMITH et al., 1980). O resultado para dieta com 15% de caroço de algodão ficou acima daquele observado no presente experimento, possivelmente devido ao maior consumo de matéria seca da dieta e conseqüentemente do algodão.

LUBIS et al. (1990) não verificaram diferença na percentagem e produção de gordura entre uma dieta controle e com inclusão de 15% de caroço de algodão, independente da quantidade de forragem e nível proteico das dietas com menor conteúdo de volumoso. As médias da percentagem e produção de gordura para as dietas controle e com 15% de algodão, com baixo teor protéico (14,28 e 13,72% PB, respectivamente) e apenas 35% de volumoso (silagem de milho) foram: 3,47% e 1,00 kg/dia, e 3,26% e 0,95 kg/dia. No estudo de campo, utilizando dietas com 13,3% PB na MS, contendo 9% de caroço de algodão fornecida a animais a partir da metade da lactação, obteve-se um percentual de gordura de 3,58, também semelhante à media geral observada neste trabalho.

A inalterância do teor de gordura no leite de vacas recebendo as diferentes formas físicas do caroço de algodão nas diferentes formas de fornecimento do milho, conseqüentemente da maneira de fornecimento do óleo, quais sejam: "livre" (caroço triturado) e protegido (caroço inteiro), parecem confirmar o comportamento similar dos processos fisiológicos para produção de gordura a partir do óleo incluído na dieta.

Dietas apresentando quantidade aproximadamente igual de óleo, isto é, contendo 5% de óleo de soja ou 35% de caroço de algodão, perfazendo 8,54 e 9,56% de extrato etéreo nos concentrados correspondentes, não apresentaram diferença no teor de gordura, apresentando valores de 3,53% e 3,68%, respectivamente. O teor médio de gordura encontrado foi 3,57%



(FERREIRA, 1988). O fornecimento do algodão semente inteiro, quebrado, triturado e moído redundou em percentagem de gordura de 3,90, 3,85, 3,84 e 3,85, respectivamente (MEIRELLES, 1992). Embora tenha obtido médias superiores, provavelmente decorrentes da diferença no estágio de lactação, os resultados do presente experimento concordam com aqueles obtidos pelo autor quanto a influência da forma física do caroço de algodão no teor de gordura do leite. Segundo aquele autor, como o processamento físico não altera a quantidade de celulose presente no linter, seria esperado que também não se efetivasse mudança no teor de gordura, levando-se em conta que o fator celulose é que poderia alterar positivamente a relação acetato:propionato, aumentando, por conseguinte, a disponibilidade do acetato para síntese de gordura.

Entretanto, MOODY (1978) observou diferenças no teor de gordura que situaram-se em 3,10, 3,33, 3,08 e 3,26, 3,52, 3,19 para as dietas sem lipídio suplementar, com caroço de algodão e com óleo de algodão em rações ricas e pobres em volumoso, respectivamente. A utilização do caroço intacto resultou no aumento do teor de gordura para ambos os níveis de volumoso. Entretanto, a inclusão de óleo livre demonstrou efeito depressivo no teor de gordura mesmo fornecido em 4 vezes durante o dia. Os efeitos se revelaram mais pronunciados nas vacas sob limitada ingestão de fibras (volumosos).

MOHAMED et al. (1988) também observaram um efeito depressivo no teor de gordura no leite quando forneceram a dieta com óleo de algodão. A dieta padrão com farelo de algodão e as dietas com semente inteira crua e tostada, não apresentaram diferença na percentagem de gordura, com valores de 3,54, 3,70 e 3,56, sendo os dois últimos referentes às dietas contendo caroço inteiro, muito semelhantes aos observados neste experimento, apesar do nível de produção diferenciado dos animais.

No experimento, a forma de fornecimento do milho não alterou o teor de gordura no leite, assim como também não foi observado efeito interativo da forma de fornecimento do caroço de algodão dentro das duas formas físicas do milho-grão.

A utilização do milho inteiro na dieta acarreta maior percentagem de gordura no leite, quando comparado ao milho quebrado e moído (MOE & TYRRELL, 1977). A alteração na relação acetado:propionato, decorrente da mudança na digestibilidade da fibra causada pela queda no pH ruminal quando se utiliza milho processado em dietas ricas em concentrado poderia explicar tal resultado. De qualquer forma, esta parece ser uma razão secundária para definição do teor de gordura no leite quando utilizamos lipídio suplementar.

O linter do caroço de algodão talvez exerça papel fundamental sobre os efeitos do óleo quando o algodão-semente é triturado, possivelmente através da cobertura física das fibras do linter pelo óleo, obedecendo a teoria de interferência física



da "gordura" (Devendra & Lewis, citados por PALMQUIST & JENKINS, 1980), não permitindo liberação exageradamente rápida a nível ruminal. Esta proposição explicaria os resultados obtidos neste experimento e por MEIRELLES (1992), quanto à inalterância do teor de gordura em ração recebendo diferentes formas físicas do caroço de algodão.

Por sua vez, SULLIVAN et al. (1989), observaram maior teor de gordura para dieta contendo caroço de algodão quebrado de variedade sem linter (SL), em relação a caroço de algodão inteiro de variedade com linter curto, sendo que ambos não diferiram do caroço de algodão inteiro (SL), com valores de 3,47, 3,18 e 3,40, respectivamente.

Pela inclusão de uréia em todas as dietas experimentais, e portanto, aumento na disponibilidade de  $\text{NH}_3$  ruminal, podemos ter eliminado a limitação imposta por baixa concentração de  $\text{NH}_3$  sobre bactérias celulolíticas, em grande parte responsáveis pela produção de acetato, principalmente em dietas ricas em carboidrato não estrutural de alta degradabilidade. Esta limitação decorreria do fornecimento de fonte suplementar de proteína de baixa degradabilidade ruminal, isto é, o caroço de algodão, e ainda a proteína do milho de difícil degradação, participante de grande parte (33%) da proteína fornecida.

#### 5.4. Proteína

O teor e produção de proteína no leite, proteína consumida no concentrado, no volumoso e na dieta completa, e a relação entre proteína produzida/consumida são apresentados na Tabela 9. Conforme pode ser observado não houve efeito do fornecimento dos diferentes concentrados sobre o teor de proteína no leite. A produção de proteína e relação entre a proteína produzida no leite/consumida na dieta, apresentaram efeito significativo da forma física do milho, sendo superior para as dietas contendo milho moído.

Todavia, o consumo de proteína bruta do concentrado e consumo de proteína bruta da dieta completa foram inferiores quando os animais receberam o concentrado com caroço triturado + milho quebrado em relação ao recebimento de caroço inteiro + milho quebrado. Este resultado pode estar ligado ao menor consumo de volumoso, concentrado e conseqüentemente da matéria seca total, observados para dietas com caroço triturado + milho quebrado, embora não significativos, e ainda ao menor teor de proteína bruta deste concentrado.

Deve ressaltar a esta altura, que a quantidade média de proteína consumida, isto é, 1,93 kg/dia não seria um fator limitante que pudesse causar a queda de produção observada entre os períodos pré-experimental e de coleta. A quantidade de proteína consumida na dieta experimental seria suficiente para



TABELA 9. Teor de proteína (TP) e produção de proteína no leite (PPL), consumo de proteína bruta no concentrado (CPBC), no volumoso (CPBV), na dieta completa (CPBD) e relação de proteína produzida/consumida (PPL/CPBD) nos concentrados experimentais<sup>1</sup>.

Item <sup>1</sup>	Concentrado (tratamento)			
	CI+MM	CT+MM	CI+MQ	CT+MQ
CPBC <sup>2</sup>	1,61	1,60	1,61 <sup>c</sup>	1,56 <sup>d</sup>
CPBV	0,33	0,32	0,34	0,33
CPBD <sup>2</sup>	1,93	1,93	1,96 <sup>c</sup>	1,90 <sup>d</sup>
TP (%)	2,99	2,97	3,06	2,99
PPL <sup>3</sup>	0,39 <sup>a</sup>	0,39 <sup>a</sup>	0,35 <sup>b</sup>	0,36 <sup>b</sup>
PPL/CPBD <sup>3</sup>	0,20 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>	0,18 <sup>b</sup>	0,19 <sup>b</sup>

1. Expressa em kg/dia, exceto TP e PPL/CPBD.

2. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ( $P < 0,025$ ).

3. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes ( $P < 0,01$ ).

atender aos requerimentos de uma vaca de 550 kg com ganho de peso de aproximadamente 300 g, produzindo leite com 3,5% de gordura na quantidade de 17 kg/dia, segundo NRC (1989).

Observou-se uma queda no teor médio de proteína do leite quando os animais receberam as dietas experimentais em relação ao período pré-experimental (3,26% PB).

ANDERSON et al. (1979) em dois ensaios, verificaram que o teor de proteína apresentou-se inferior para dieta com caroço de

algodão (3,31) em relação à dieta sem lipídio (3,50), sendo a produção inalterada no primeiro ensaio. No segundo ensaio tanto a percentagem quanto produção de proteína no leite não diferiram entre dietas padrão, com caroço de algodão e dieta energeticamente equivalente à dieta contendo algodão, com valores de 0,80 kg/dia e 3,14%, 0,81 kg/dia e 3,02%, e 0,81 kg/dia e 3,12% de proteína no leite para as respectivas dietas. A relação proteína produzida no leite/consumida na dieta também não apresentou diferença sendo de 0,253, 0,234 e 0,248, respectivamente.

A queda no teor de proteína também foi observada por DePETERS et al. (1985) quando forneceram caroço de algodão em níveis de 10, 15 e 20% da dieta. A percentagem de proteína no leite situou-se em torno de 3,15 para as dietas contendo algodão, e 3,24 para dietas sem inclusão deste. A diminuição do teor protéico parece estar ligada à fração caseína da proteína do leite. A produção de proteína não foi alterada pela inclusão de caroço de algodão, sendo de 0,87 kg N/semana (multiplicado por 6.38/7 dias = 0.79 kg/dia). A diferença entre este dado e aqueles obtidos no presente experimento decorrem da diferença no nível de produção, já que a produção de proteína varia principalmente com a produção de leite (TOUCHBERRY, 1974).

Tendência para diminuição no teor de proteína foi identificada por HORNER et al. (1986), quando utilizaram dietas com 15% de caroço de algodão, obtendo 3,02% PB no leite dos



animais recebendo o algodão contra 3,13% daqueles que não receberam esta ração.

Utilizando mesmo nível de inclusão de caroço de algodão na dieta, isto é, 15% na MS, LUBIS et al. (1990) também observaram menor teor de proteína (3,21% PB) em relação à dieta sem lipídio suplementar (3,33% PB).

A queda no teor de proteína no leite foi constatada por SMITH et al. (1980) e SMITH et al. (1981), quando forneciam caroço de algodão, independentemente do nível de inclusão na dieta que variou de 5 a 30%. Para o nível de 15% de caroço de algodão na dieta, SMITH et al. (1980) observaram valor de 2,99% PB no leite, valor próximo aos observados no experimento. Resultados demonstram decréscimo no teor de proteína com aumento na suplementação com lipídio através do caroço de algodão, mesmo com níveis relativamente baixos de 0,8, 1,6 e 2,5% de lipídio na matéria seca da dieta, resultando em 3,47, 3,47 e 3,35% PB no leite contra 3,50% da dieta controle (RODE & SHAALJE (1989).

Para CASPER et al. (1990) houve decréscimo no teor de proteína quando as dietas continham lipídio (soja extrudada) não importando a fonte de carboidrato. Mesmo com a utilização de fonte de carboidratos não estrutural de alta degradabilidade (soro seco) juntamente com lipídio suplementar, houve decréscimo no teor protéico da dieta, sendo de 2,95% e 3,03% para dietas com e sem soja extrudada.

WILKS et al. (1991), por sua vez, observaram maior teor de proteína, acompanhando tendência observada na percentagem de N-caseína, para animais recebendo caroço de algodão substituindo volumosos, em relação às dietas padrão, com caroço de algodão substituindo concentrado padrão, e com tegumento de arroz para substituir o caroço de algodão na dieta.

Quanto a forma de fornecimento do óleo, isto é, recoberto pela casca ou livre através do fornecimento de caroço triturado, não foi observado efeito no teor de proteína.

Efeito depressivo da suplementação com óleo sobre o teor de proteína não foi constatado por MOHAMED et al. (1988), independentemente da forma de fornecimento, com valores de 3,03, 3,15, 3,11 e 3,07 para dieta controle, com óleo livre, caroço de algodão cru e tostado, respectivamente. Os níveis séricos de glicose e cálcio, e plasmático de insulina mostraram estabilidade entre os tratamentos, possibilitando disponibilidade suficiente para síntese de caseína e proteína total a níveis similares.

MOODY (1978) também não observou mudança no teor de proteína com inclusão de caroço de algodão ou óleo livre para dietas rica e pobre em volumoso, obtendo valores de 2,92, 2,82 e 2,83% PB e 2,95, 2,87 e 2,86% PB no leite para as dietas controle, com caroço de algodão e óleo livre, respectivamente. Desta mesma maneira comportou-se a produção de proteína.

Os resultados obtidos neste trabalho concordam com MEIRELLES (1992), já que nenhuma alteração na proteína contida no leite foi



determinada por este autor, para vacas recebendo diferentes formas físicas do caroço de algodão, variando de 3,28% para o inteiro a 3,21 para o triturado.

Os resultados parecem confirmar que a forma de fornecimento do óleo de algodão, seja livre ou protegido, não altera a produção e teor de proteína no leite.

A forma física do grão de milho também não apresentou efeito sobre a proteína no leite, possivelmente, porque a quantidade de milho e energia ingerida foram suficientes para manutenção dos teores similares de proteína, levando-se em conta a importância da relação volumoso:concentrado e ingestão de grãos (suplementos energéticos) sobre a definição do teor protéico no leite (EMERY, 1978; SUTTON, 1989; e THOMAS, 1983).

Embora EMERY (1978) sugira que o conteúdo em carboidratos digestível tenha relação positiva com a percentagem de proteína no leite, não se observou qualquer diferença entre milho moído e quebrado, com teores de 2,98% e 3,02% respectivamente.

Os dados do presente trabalho estão de acordo com os resultados de MOE & TYRRELL (1977), pois estes não determinaram diferença na percentagem de proteína entre dietas contendo milho inteiro, quebrado e moído, sendo de 3,5, 3,5 e 3,3%, respectivamente. A produção de proteína esteve diretamente ligada à produção de leite, com valores de 0,493, 0,563 e 0,575 kg/dia para as respectivas dietas.

Os dados de produção de proteína também estão diretamente ligados à produção de leite, apresentando assim significativamente superiores para as dietas contendo milho moído em relação ao milho quebrado, com 0,39 kg/dia e 0,35 kg/dia, respectivamente.

Da mesma forma, a eficiência de produção de proteína (PPL/CPBD) está relacionada à produção de leite, isto é, o milho moído foi um fator dietético importante na definição desta eficiência. Os dados revelam uma eficiência de 20% para as dietas com milho moído em contraste com apenas 18% para dietas com milho quebrado.

Os dados experimentais não revelam qualquer efeito da diferença na degradabilidade das diferentes formas de carboidratos (milho) e proteína (caroço de algodão) sobre os parâmetros relativos à proteína consumida e produzida no leite.

A diferença no teor e produção de proteína no leite entre dietas contendo farelo de algodão ou grãos de destilaria secos, que variaram quanto a degradabilidade da proteína não foram observadas por HERRERA-SALDANA & HUBER (1989). O valor médio para percentagem de proteína foi de 2,9%, independente do tipo de grão utilizado (cevada ou sorgo). Quanto à proteína no leite, revela a inexistência de interação entre fonte de amido e proteína. A eficiência da proteína medida pela relação leite/proteína bruta ingerida (kg/kg) não foi influenciada por qualquer das dietas, apresentando média geral de 8,49. Fazendo o cálculo pela



percentagem média do leite, a relação PPL/CPBD ficaria em torno de 0,248.

McCARTHY Jr. et al. (1989) também não obtiveram respostas de fontes de proteína de diferente degradabilidade (alta = farelo de soja e baixa = farelo de peixe) quanto ao teor de proteína no leite. Este fator não foi alterado pela fonte de amido (milho ou cevada) ou ainda pela interação destas com as fontes suplementares de proteína. A produção de proteína seguiu os dados obtidos pela produção de leite.

#### **5.5. Densidade, extrato seco total e desengordurado**

Os resultados obtidos quanto a densidade, extrato seco total e desengordurado do leite são apresentados na Tabela 10. Nenhum dos parâmetros demonstrou diferença significativa entre os concentrados experimentais, revelando não ocorrer influência do processamento (forma física) do caroço de algodão e milho-grão ou interação entre as formas de fornecimento destes.

As diferenças entre os valores médios de Extrato Seco Total observados no período de coleta e no período pré-experimental, parecem estar ligados basicamente ao maior teor de gordura no leite quando os animais receberam caroço de algodão. O Extrato Seco Desengordurado e Densidade apresentaram valores muito próximos aos observados antes do fornecimento dos tratamentos.

TABELA 10. Densidade a 20°C (DEN), Extrato Seco Total (EST) e Desengordurado (ESD) do leite de vacas recebendo caroço de algodão e milho-grão em diferentes formas físicas.

Item	Concentrados (tratamento)			
	CI+MM	CT+MM	CI+MQ	CT+MQ
DEN	1030,2	1030,3	1030,2	1030,1
EST (%)	12,07	11,96	12,14	12,04
ESD (%)	8,51	8,50	8,52	8,48

Maior concentração de Extrato Seco Desengordurado foi obtida por ANDERSON et al. (1979), quando utilizava caroço de algodão em substituição à parte do concentrado da dieta padrão e dieta padrão equivalente em energia à dieta com algodão, com 8,50%, 8,38% e 8,36%, respectivamente. Todavia, em outro ensaio, tal diferença entre dieta padrão e dieta com caroço de algodão, não foi obtida, com valores inferiores de Extrato Seco Desengordurado, com 7,99 e 8,04%.

A queda no conteúdo em Extrato Seco Desengordurado foi relatada por SMITH et al. (1980), quando incluíram 15 e 30% de caroço de algodão, mudando de 8,85% para dieta controle para 8,70% e 8,72% com baixo e alto fornecimento de algodão. Estas mesmas observações foram feitas por SMITH et al. (1981), exceto para a inclusão de pequena quantidade de algodão (5%), que não alterou a percentagem de Extrato Seco Desengordurado, que



apresentou valores de 9,06, 9,02, 8,92 e 8,90% para dieta sem algodão e com inclusão de 5, 15 e 25% de caroço de algodão, respectivamente.

DePETERS et al. (1985) com uma dieta controle e dietas incluindo 10, 15 e 20% de caroço de algodão, obtiveram aumento no Extrato Seco Total e decréscimo no Extrato Seco Desengordurado apenas no nível mais elevado de inclusão de algodão. A percentagem de Extrato Seco Total e Extrato Seco Desengordurado foram de 11,87 e 8,68, 12,08 e 8,63, 12,12 e 8,61, e 12,17 e 8,55 para 0, 10, 15 e 20% de algodão, respectivamente. Estes resultados parecem confirmar que as diferenças no Extrato Seco Total são praticamente devidas apenas ao aumento no teor de gordura, ao menos até níveis de 25% de inclusão de caroço de algodão na dieta.

Entretanto, HORNER et al. (1986) não verificaram alteração na percentagem de Extrato Seco Total com inclusão de 15% de caroço de algodão na dieta. As dietas controle e com caroço de algodão apresentaram 12,17 e 11,92% de Extrato Seco Total.

Da mesma forma, WILKS et al. (1991) não obtiveram resultados diferenciados para Extrato Seco Total entre as dietas, com: 12,09, 11,96, 11,53 e 11,78% para controle, caroço de algodão-concentrado, caroço de algodão - forragem e tegumento de arroz, respectivamente.

MOODY (1978) encontrou Extrato Seco Desengordurado de 8,08, 8,09 e 8,06, para dietas ricas em volumoso, e 8,15, 8,21 e 8,20

para dietas pobres, sendo os valores referentes às dietas típicas, com caroço de algodão inteiro e com óleo de algodão, respectivamente. Este resultado indica que a forma de fornecimento do óleo não influenciou na percentagem do Extrado Seco Desengordurado.

Os dados deste trabalho concordam com aqueles obtidos por MEIRELLES (1992), onde não foi observado qualquer efeito da forma física do caroço de algodão no Extrato Seco Total e Extrado Seco Desengordurado. Animais recebendo formas inteira, quebrada, triturada e moída produziram leite com teores de EST e ESD de 12,40 e 8,50, 12,42 e 8,57, 12,46 e 8,62, e 12,46 e 8,62, respectivamente.

Os resultados obtidos neste experimento estão em concordância com os dados de McCARTHY Jr. et al. (1989) que também não obtiveram resultados que confirmem o efeito de fontes de degradabilidades diferenciadas de carboidratos e proteína no teor de Extrado Seco Desengordurado. Para dietas contendo milho e farelo de soja, milho e farinha de peixe, cevada e farelo de soja, e cevada e farinha de peixe, as percentagens de Extrado Seco Desengordurado foram de 8,84, 8,80, 8,79 e 8,78%, respectivamente.



## 6. CONCLUSÕES

Para as condições experimentais, pode-se concluir que:

- A trituração do caroço de algodão não se faz necessária para fornecimento à vacas leiteiras.
- O milho-grão deve ser finamente moído, para ser incluído na dieta de vacas em lactação.

## 7. RESUMO

No intuito de verificar a necessidade de processamento físico (trituração) do caroço de algodão e milho-grão e possibilidade de interação das diferentes formas físicas destes na produção e composição do leite, foi conduzido experimento na Fazenda Palmital - FAEPE com oito vacas holandesas PB, multíparas em lactação. Os tratamentos consistiram de 4 concentrados, que diferiam quanto a forma física do caroço de algodão (inteiro (CI) e triturado (CT) e milho-grão quebrado (MQ) e moído (MT) contidos nestes. A dieta completa era composta dos concentrados e capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) na proporção de 60:40 na MS, formulada para atender às exigências nutricionais dos animais. Os concentrados continham milho (69,5%), caroço de algodão (26,1%), uréia (1%) e premix + sal comum (1,4%). Os teores (%) de gordura, proteína, extrato seco total e desengordurado e a densidade não diferiram entre tratamentos, sendo de: 3,57, 2,99, 12,07, 8,51 e 1030,2; 3,46, 2,97, 11,96, 8,50 e 1030,3; 3,62,



3,06, 12,14, 8,52 e 1030,3; e 3,55, 2,99, 12,04, 8,48 e 1030,1 para as dietas contendo CI+MM, CT+MM, CI+MQ e CT+MQ, respectivamente. A ingestão de matéria seca, concentrado e volumoso também não foram alteradas pelo tipo de concentrado, situando-se em torno de 14,98, 14,88, 15,22 e 14,98, respectivamente. Todavia, as produções médias diárias de leite (kg/dia), de leite corrigida para 4% de gordura (kg/dia), gordura (kg/dia) e eficiência de produção de proteína (proteína produzida/consumida na dieta) foram superiores para as dietas contendo milho triturado, com médias de: 13,50, 12,10, 0,464 e 0,203, e 12,30, 11,30, 0,431 e 0,185 para MM e MQ, respectivamente. Os resultados indicam a necessidade da trituração do milho e dispensam o processamento do caroço de algodão no nível empregado na dieta (15,7% na MS) para o fornecimento à vacas em lactação.

## 8. SUMMARY

Eight Holstein cows were used to study the effect of physical form of cottonseed (15.7% in DM) and corn grain concentrate on dry matter intake, milk yield and composition. The treatments were assigned to cows on alternative trial in change-over with 2 latin square design 4 x 4. The cows received chopped elephant-grass (*Pennisetum purpureum*, Schum) with forage: concentrate in 40:60. The concentrate was 69.5% corn, 26.1% cottonseed, 2% urea, 1% limestone, 0.7% salt and 0.7% mineral premix, varying in the physical form of corn grain (FC = finely and CC = coarsely ground) and cottonseed (WCS = whole and CSG = ground). It was fed 2 times daily at a rate of 10 kg/d, and forage "ad libitum". The cows were confined in individual stalls and feed intake measurements were obtained in the first feed daily. Milk production and composition of fat, protein, total solids and solids-not-fat were recorded in last 5 days of comparison period (14 days), in 2 milking per day. The means for



dry matter intake (kg/d) to FC + WCS, FC + CSG, CC + WCS, CC + CSG, were 14.98, 14.88, 15.22 and 14.98, respectively. Milk fat, protein, total solids and solids-not-fat, expressed in percent, were 3.57, 2.99, 12.99, 12.07 and 8.51; 3.46, 2.97, 11.96 and 8.50; 3.62, 3.06, 12.14 and 8.52; and 3.55, 2.99, 12.04 and 8.48, respectively. Analysis of variance indicated no significant differences due the physical forms of cottonseed and corn grain. Although milk yield (kg/d), 4% fat-corrected milk yield (kg/d), production of milk fat (kg/d) and efficiency of production milk protein (producted milk protein/protein intake) were higher to diets that contains ground corn, averaged: 13.50, 12.40, 0.464 and 0.203, and 12.30, 11.30, 0.431 and 0.185 to diets with FC and CC, respectively. There was effect of the fine ground of corn grain and was not detected beneficial results of processing cottonseed, in level used (15.7% in DM), for lactating dairy cows.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDERSON, M.J.; ADAMS, D.C.; LAMB, R.C. & WALTERS, J.L. Feeding whole cottonseed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 62(7):1098-103, July 1979.
2. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & WALTERS, J.L. Comparison of four levels of whole cottonseed for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 63(Suppl. 1):154, 1980. (Abstract).
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington, 1990. V.1, 684p.
4. BATH, D.L. Reducing milk fat in dairy products by feeding. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 65(3):450-3, Mar. 1982.
5. ANUARIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - 1992. Rio de Janeiro, v.52, 1993.



6. BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. II. Métodos físicos e químicos. Brasília, 1980. p.ir.
7. 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.
8. CARDOSO, R.M.; RIBEIRO, H.U.; da SILVA, J.F.C.; SILVA, M. de A.; CASTRO, A.C.G. & SILVA, D.J. Influência de formas físicas e do umedecimento do milho desintegrado com palha e sabugo, sobre a ingestão de matéria seca, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 9(3):441-52, 1980.
9. CASPER, D.F. & SCHINGOETHE, D.J. A model to describe and alleviate milk protein depression in early lactation dairy cows fed a high fat diet. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 72(Suppl. 1):486, 1989. (Abstract).
10. \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Lactational response of dairy cows to diets varying in ruminal solubilities of carbohydrate and crude protein. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 72(4):928-41, Apr. 1989.

11. CASPER, D.F.; SCHINGOETHE, D.J. & EISENBEISZ, W.A. Response of early lactation cows to diets that vary in ruminal degradability of carbohydrates and amount of fat. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 73(2):425-44, Feb. 1990.
12. COCHRAN, W.G. & CANNON, C.Y. A double change-over design for dairy cattle feeding experiments. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 24(3):937-51, Aug. 1941.
13. \_\_\_\_\_ & COX, G.M. Notes on the statistical analysis of the results. In: \_\_\_\_\_. *Experimental Designs*. 2 ed. New York, John Wiley & Sons, 1966. Cap. 3, p.45-94.
14. CASTRO NETO, P.; SEDIYMA, G.C. & VILELA, E. de A. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. *Ciência e Prática*, Lavras, 4(1):55-65, jan./jun. 1980.
15. COPPOCK, C.E.; MOYA, J.R.; NAVE, D.H.; LABORE, J.M. & GATES, G.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, May 1985.
16. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; THOMPSON, K.G.; ROWE, Jr., L.D. & GATES, C.E. Effects of amount of whole cottonseed on intake, digestibility, and physiological responses of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 68(9):2248-58, Sept. 1985b.



17. CUMMINS, K.A. & RUSSELL, R.W. Effects of feeding whole cottonseed to lactating dairy cows on glucose and palmitate metabolism. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 68(8):2009-15, Aug. 1985.
18. \_\_\_\_\_ & SARTIN, J.L. Effect of fat addition as whole cottonseed to dairy cow diets on plasma insulin, glucagon and glucose following glucose challenge. *Journal of Animal Science*, Champaign, 59(Suppl.1):319, 1984. (Abstracts).
19. DePETERS, E.J. & TAYLOR, S.J. Effects of feeding corn or barley on composition of milk and diet digestibility. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 68(8):2027-32, Aug. 1985.
20. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; FRANKE, A.A. & AGUIRRE, A. Effects of feeding whole cottonseed on composition of milk. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 68(4):897-902, Apr. 1985.
21. EMERY, R.S. Feeding for increased milk protein. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 61(6):825-28, June 1978.
22. ENSOR, W.L.; OLSON, H.H. & COLENBRANDER, V.F. A report: Committee on Classification of Particle Size in Feedstuffs. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 53(5): 689-90, May 1970.
23. EUCLIDES, R.F. Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas). Viçosa, UFV, 1983. 59p.

24. EWING, D.L. & JOHNSON, D.E. Corn particle starch digestion, passage and size reduction in beef steers: a dynamic model. *Journal of Animal Science*, Champaign, 64(4):1194-204, Apr. 1987.
25. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & RUMPLER, W.V. Corn particle passage and size reduction in the rumen of beef steers. *Journal of Animal Science*, Champaign, 63(5):1509-15, Nov. 1986.
26. FERREIRA, R.N. *Uso do caroço de algodão cru e tostado como suplemento protéico para vacas em lactação*. Lavras, ESAL, 1988. 80p. (Dissertação MS).
27. GALYEAN, M.L.; WAGNER, D.G. & JOHNSON, R.R. Site and extent of starch digestion in steers fed processed corn rations. *Journal of Animal Science*, Champaign, 43(5):1088-94, Nov. 1976.
28. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & OWENS, F.N. Corn particle size and extent of digestion by steers. *Journal of Animal Science*, Champaign, 49(1):204-10, July 1979.
29. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Dry matter and starch disappearance of corn and sorghum as influenced by particle size and processing. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 64(9):1804-12, Sept. 1981.



30. HALE, W.H. Influence of processing of the utilization of grains (starch) by ruminants. *Journal of Animal Science*, Champaign, 37(4):1075-80, Oct. 1973.
31. \_\_\_\_\_ & THEURER, C.B. Feed preparation and feed processing. In: CHURCH, D.C., ed. *Physiology and nutrition of ruminants*. Corvallis, O. & B. Books, 1972. V.3, p.49-76.
32. HAWKINS, G.E.; CUMMINS, K.A.; SILVERIO, M. & JILEK, 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.
33. HERRERA-SALDANA, R.; GOMEZ-ALARCON, R.; TORABI, M. & HUBER, J.T. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial protein synthesis. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 73(1):142-48, Jan. 1990.
34. \_\_\_\_\_ & HUBER, J.T. Influence of varying protein and starch degradabilities on performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 72(6):1477-83, June 1989.
35. HORNER, J.L.; COPPOCK, C.E.; SCHELLING, G.T.; LABORE, J.M. & NAVE, D.H. Influence of niacin and whole cottonseed on intake, milk yield and composition, and systemic responses of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 69(12):3087-93, Dec. 1986.

36. HUNTINGTON, G.B. Net absorption of glucose and nitrogenous compounds by lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 67(9):1919-27, Sept. 1984.
37. \_\_\_\_\_ & REYNOLDS, P.J. Net absorption of glucose, L-lactate, volatile fatty acids, and nitrogenous compounds by bovine given abomasal infusions of starch or glucose. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 69(9):2428-36, Sept. 1986.
38. KREIKEMEIER, K.K.; HARMON, D.L.; BRANDT, Jr., R.T.; AVERY, T.B. & JOHNSON, D.E. Small intestinal starch digestion in steers: effect of various levels of abomasal glucose, corn starch and corn dextrin infusion on small intestinal disappearance and net glucose absorption. **Journal of Animal Science**, Champaign, 69(1):328-38, Jan. 1991.
39. LANHAM, J.K.; COPPOCK, C.E.; NAVE, D.H.; LABORE, J.M.; SCHELLING, G.T. & LUSAS, E.W. Effects of whole cottonseed (WCS) and products to simulate WCS on lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 70(Suppl. 1):222, 1987.
40. LOMAX, M.A. & BAIRD, D.G. Blood flow and nutrient exchange across the liver and gut of the dairy cow. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, 49(3):481-96, May 1983.



41. LUBIS, D.; VAN HORN, H.H.; HARRIS Jr., B.; BACHMAN, K.C. & EMANUELE, S.M. Responses of lactating dairy cows to protected fats or whole cottonseed in low or high forage diets. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 73(12):3512-25, Dec. 1990.
42. MacGREGOR, C.A.; STOKES, M.R.; HOOVER, W.H.; LEONARD, H.A.; JUNKINS, Jr., L.L.; SNIFFEN, C.J. & MAILMAN, R.W. Effect of dietary concentration of total nonstructural carbohydrate on energy and nitrogen metabolism and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 66(1):39-50, Jan. 1983.
43. McALLISTER, T.A.; RODE, L.M.; MAJOR, D.J.; CHENG, K.J. & BUCHANAN-SMITH, J.G. Effect of ruminal microbial colonization of cereal grain digestion. *Canadian Journal of Animal Science*, Alberta, 70(2):571-79, June 1990.
44. McCARTHY, Jr., R.D.; KLUSMEYER, T.H.; VICINI, J.L.; CLARK, J.H. & NELSON, D.R. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 72(8):2002-16, Aug. 1989.
45. MEIRELLES, P.R. de L. *Avaliação nutricional e cinética rumi-  
nal do caroço de algodão para vacas da raça holandesa em  
lactação*. Lavras, ESAL, 1992. 61p. (Dissertação MS).

46. MOE, P.W. & TYRRELL, H.F. Effects of feed intake and physical form on energy value of corn in Timothy hay diets for lactating cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 60(5):752-58, May 1977.
47. MOHAMED, D.E.; SATTER, L.D.; GRUMMER, R.R. & EHLE, F.R. Influence of dietary cottonseed and soybean on milk production and composition. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 71(10):2677-88, Oct. 1988.
48. MOODY, E.G. Cottonseed and oil in dairy rations at two roughage levels. *Feedstuffs*, Mineapolis, 50(44):20-1, Oct. 1978.
49. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. **Nutrient requirement of dairy cattle**. 6 ed. rev. Washington, National Academy of Science, 1989. 130p.
50. NOCEK, J.A. & TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 74(10):3598-3629, Oct. 1991.
51. NORDIN, M. & CAMPLING, R.C. Digestibility studies with cows given whole and rolled cereal grains. *Animal Production*, Edinburgh, 23(3):305-15, Dec. 1976.



52. ORSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, **63(5):1624-33**, Nov. 1986.
53. OWENS, F.N.; ZINN, R.A. & KIM, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, Champaign, **63(5):1634-48**, Nov. 1986.
54. PALMQUIST, D.L. Response curves of Jersey in early lactation to increasing dietary whole cottonseed. **Journal of Dairy Science**, Champaign, **70(Suppl. 1):222**, 1987. (Abstract).
55. \_\_\_\_\_ & JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, **63(1):1-14**, Jan. 1980.
56. \_\_\_\_\_ & MOSER, E.A. Dietary fat effects on blood insulin, glucose utilization, and milk protein content of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, **64(8):1664-70**, Aug. 1981.
57. 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(5):1423-33**, May 1986.
58. POPPI, D.P.; NORTON, B.W.; MINSON, D.J. & HENDRICKSEN, R.E. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, **94(2):275-80**, Apr. 1980.

59. REMILLARD, R.L. & JOHNSON, D.E. Starch digestion in the bovine small intestine with and without buffer amylase infusion. *Journal of Animal Science*, Champaign, 59(Suppl. 1):440, 1984. (Abstract).
60. RODE, L.M. & SCHAALJE, G.B. Comparison of whole cottonseed, whole safflower and extruded soybeans in the diets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 72(Suppl. 1):415-6, 1989.
61. ROONEY, L.W. & PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *Journal of Animal Science*, Champaign, 63:1607-23, 1986.
62. RUSSEL, J.R.; YOUNG, A.W. & JORGENSEN, N.A. Effect of dietary corn starch intake on pancreatic amylase and intestinal maltase and pH in cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, 52(5):1177-82, May 1981a.
63. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Effect of dietary corn starch intake on ruminal, small intestinal and large intestinal starch digestion in cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, 52(5):1170-76, May 1981b.
64. SCHMIDT, G.H. Effect of insulin on yield and composition of milk of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 49(4):381-85, Apr. 1966.



65. SILVA, D.J. **Análises de alimentos; métodos químicos e biológicos.** Viçosa, UFV, 1990. 166p.
66. SMITH, N.E.; COLLAR, L.S.; BATH, D.L.; DUNKLEY, W.L. & FRANKE, A.A. Whole cottonseed and extruded soybean for cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 63(Suppl. 1):153-4, 1980. (Abstract).
67. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_. Digestibility and effects of whole cottonseed fed to lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 64(11):2209-15, Nov. 1981.
68. SPICER, L.A.; THEURER, C.B.; SOWE, J. & NOON, T.H. Ruminant and post-ruminant utilization of nitrogen and starch from sorghum grain, corn and barley-based diets by beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, 62(2):521-30, Feb. 1986.
69. SULLIVAN, J.L.; HARPER, J.M.; HUBER, J.T.; TAYLOR, R.B.; DE CORTE, C.; DUDAS, C.V. & WHITING, F.M. Comparison of whole short staple, whole Pima and cracked Pima cottonseed in rations for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 72(Suppl. 1):487-8, 1989.
70. SUTTON, J.D. Altering milk composition by feeding. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 72(10):2801-14, Oct. 1989.

71. SUTTON, J.D. Digestion and absorption of energy substrates in the lactating cow. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 68(12):3376-93, Dec. 1985.
72. 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.
73. TANIGUCHI, K.; HANADA, M.; OBITSU, T. & YAMATANI, Y. Combinations of different sources of starch and protein: effects on site and extent of carbohydrate digestion in steers. *Animal Science and Technology*, Tokyo, 62(8):699-710, Aug. 1991.
74. TEIXEIRA, J.C.; DELGADO, E.F. & CORREA, E.M. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta da semente e farelo de algodão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. *Anais...* Lavras, SBZ, 1992. p.491. (Resumo).
75. THEURER, C.B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *Journal of Animal Science*, Champaign, 63(5):1649-62, Nov. 1986.
76. THOMAS, P.C. Milk protein. *The Proceedings of the Nutrition Society*, London, 42(3):407-17, Sept. 1983.



77. TOUCHBERRY, R.W. Environmental and genetic factors in the development and maintenance of lactation. In: LARSON, B.L. & SMITH, V.R., eds. **Lactation: a comprehensive treatise.** New York, Academic Press, 1974. V.3, p.349-82.
78. TURGEON, Jr., O.A.; BRINK, D.R. & BRITTON, R.A. Corn particle size mixtures, roughage level and starch utilization in finishing steer diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, 57(3):739-49, 1983.
79. 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.
80. VILELA, E. de A. & RAMALHO, M.A.P. Análises das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, 3(1):71-9, jan./jun. 1979.
81. WILKS, D.L.; COPPOCK, C.E. & BROOKS, K.N. Effects of differences in starch content of diets with whole cottonseed or rice bran on milk casein. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 74(4):1314-20, Apr. 1991.

82. WILSON, G.F.; ADEEB, N.N. & CAMPLING, R.C. The apparent digestibility of maize grain when given in various physical forms to adult sheep and cattle. *The Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 80(2):259-67, Apr. 1973.



**APENDICE**

TABELA 1. Análise de variância do Consumo de Volumoso (CVL) e Consumo de Concentrado (CC), com os respectivos Coeficientes de Variação (CV) e Níveis de Significância (NS).

Causas de variação	G.L.	CVL		CC	
		QM	NS	QM	NS
Nível de produção (NP)	1	8,091	***	0,0008	NS
Animal : NP	6	2,136	***	0,0106	NS
Período : NP	6	0,659	*	0,0097	NS
Concentrado	3	0,202	NS	0,0250	NS
NP x Concentrado	3	0,073	NS	0,0042	NS
Resíduo	12	0,145		0,0114	
CV (%)		6,09		1,22	

NS Não significativo à 5% de probabilidade.

\*\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

\*\* Significativo ao nível de 2,5% de probabilidade.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.



TABELA 2. Análise de variância do Consumo Matéria Seca/100 kg de Peso Vivo (CMS/PV), Consumo de Matéria Seca por UTM (CMS/UTM) e Consumo de Proteína Bruta no Volumoso (CPBV), com os respectivos Coeficientes de Variação (CV) e Níveis de Significância (NS).

Causas de variação	G.L.	CMS/PV		CMS/UTM		CPBV	
		QM	NS	QM	NS	QM	NS
Nível de produção (NP)	1	0,0002	NS	0,00004	NS	0,1832	***
Animal : NP	6	0,2868	***	0,00043	***	0,0045	***
Período : NP	6	0,0285	***	0,00007	*	0,0183	***
Concentrado	3	0,0047	NS	0,00001	NS	0,0008	NS
NP x Concentrado	3	0,0083	NS	0,00001	NS	0,0004	NS
Resíduo	12	0,0045		0,00001		0,0003	
CV (%)		2,41		2,36		5,25	

NS Não significativo à 5% de probabilidade.

\*\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

\*\* Significativo ao nível de 2,5% de probabilidade.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3. Análise de variância do Teor de Proteína (TP), Ganho de Peso (GP) e Teor de Gordura (TG), com os respectivos Coeficientes de Variação (CV) e Níveis de Significância (NS).

Causas de variação	G.L.	TP		GP		TG	
		QM	NS	QM	NS	QM	NS
Nível de produção (NP)	1	0,493	***	0,055	NS	0,81	***
Animal : NP	6	0,072	NS	0,560	NS	0,46	***
Período : NP	6	0,013	NS	1,449	***	0,23	NS
Concentrado	3	0,014	NS	0,255	NS	0,04	NS
NP x Concentrado	3	0,038	NS	0,290	NS	0,09	NS
Resíduo	12	0,030		0,205		0,08	
CV (%)		5,77		2,98		7,97	

NS - Não significativo à 5% de probabilidade.

\*\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.



TABELA 4. Análise de variância do Extrato Seco Total (EST) e Desengordurado (ESD) e Densidade (DEN), com os respectivos Coeficientes de Variação (CV) e Níveis de Significância (NS).

Causas de variação	G.L.	EST		ESD		DEN	
		QM	NS	QM	NS	QM	NS
Nível de produção (NP)	1	1,90	***	0,223	***	1,805	***
Animal : NP	6	0,34	NS	0,159	***	3,776	***
Período : NP	6	0,42	*	0,037	NS	0,349	NS
Concentrado	3	0,05	NS	0,002	NS	0,062	NS
NP x Concentrado	3	0,18	NS	0,022	NS	0,061	NS
Resíduo	12	0,13		0,015		0,165	
CV (%)		2,99		1,44		1,34	

NS - Não significativo à 5% de probabilidade.

\*\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 5. Análise de variância do Consumo de Proteína Bruta no Concentrado (CPBC), na Dieta (CPBD), Proteína Produzida no Leite (PPL) e Proteína Produzida no Leite/Consumida na Dieta (PPL/CPBD), com os respectivos Coeficientes de Variação (CV) e Níveis de Significância (NS).

Causas de variação	G.L.	CPBC		CPBD		PPL		PPL/CPBD	
		QM	NS	QM	NS	QM	NS	QM	NS
Nível de produção (NP)	1	0,00002	NS	0,02282	***	0,13676	***	329,16	***
Animal : NP	6	0,00073	NS	0,00717	*	0,00980	***	27,23	***
Período : NP	6	0,00072	NS	0,01217	***	0,00947	***	31,11	***
Concentrado	3	0,00428	NS	0,00504	NS	0,00322	NS	9,81	*
MM x MQ <sup>1</sup>	(1)	0,00236	NS	0,00001	NS	0,00950	***	26,74	***
CI + MM x CT + MM <sup>1</sup>	(1)	0,00002	NS	0,00012	NS	0,00004	NS	0,11	NS
CI + MQ x CT + MQ <sup>1</sup>	(1)	0,01045	**	0,01501	**	0,00011	NS	2,56	NS
NP x Concentrado	3	0,00014	NS	0,00026	NS	0,00062	NS	1,84	NS
Resíduo	12	0,00126		0,00161		0,00083		2,35	
CV (%)		2,22		2,14		8,00		7,91	

1 Formas físicas do milho-grão e caroço de algodão (MM = Milho Moído; MQ = Milho Quebrado; CI = Caroço de Algodão Inteiro; e CT = Caroço de Algodão Triturado).

NS Não significativo à 5% de probabilidade.

\*\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

\*\* Significativo ao nível de 2,5% de probabilidade.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.



TABELA 6. Análise de variância da Produção de Leite (PL), Produção de Leite Corrigida para 4% de gordura (PLC), Eficiência de Produção (PL/IMS), Produção de Gordura (PG), com os respectivos Coeficientes de Variação (CV) e Níveis de Significância (NS).

Causas de variação	G.L.	PL		PLC		PL/IMS		PG	
		QM	NS	QM	NS	QM	NS	QM	NS
Nível de produção (NP)	1	239,49	***	163,76	***	0,759	***	0,1870	***
Animal : NP	6	29,94	***	8,83	***	0,066	***	0,0130	***
Período : NP	6	17,17	***	3,69	*	0,053	***	0,0030	*
Concentrados	3	4,40	NS	3,06	*	0,026	*	0,0030	*
MM x MQ <sup>1</sup>	(1)	12,45	**	8,27	***	0,073	***	0,0084	***
CI + MM x CT + MM <sup>1</sup>	(1)	0,18	NS	0,78	NS	6x10 <sup>-6</sup>	NS	0,0019	NS
CI + MQ x CT + MQ <sup>1</sup>	(1)	0,57	NS	0,12	NS	0,005	NS	0,0001	NS
NP x Concentrado	3	0,24	NS	0,39	NS	0,002	NS	0,0016	NS
Resíduo	12	1,48		0,80		0,006		0,0008	
CV (%)		9,44		7,15		9,01		6,31	

1 Formas físicas do milho-grão e caroço de algodão (MM = Milho Moído; MQ = Milho Quebrado; CI = Caroço de Algodão Inteiro; e CT = Caroço de Algodão Triturado).

NS Não significativo à 5% de probabilidade.

\*\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

\*\* Significativo ao nível de 2,5% de probabilidade.

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.