

SILENE MARIA PRATES BARRETO

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE INCLUSÃO DA TORTA DE MACAÚBA
[*ACROCOMIA ACULEATA* (JACQ.) LODD. EX MART.]
NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, concentração em Agroecologia, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias.

Orientadora: Prof^a Luciana Castro Geraseev

Montes Claros - MG
2008

Barreto, Silene Maria Prates

B273a **Avaliação dos níveis de inclusão da torta de macaúba [*Acrocomia***
2008 ***aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart.] na alimentação de caprinos / Silene**
Maria Prates Barreto. Montes Claros, MG: ICA/UFMG, 2008.
102 f: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade
Federal de Minas Gerais, 2008.

Orientadora: Profª Drª. Luciana Castro Geraseev
Banca examinadora: Profº Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior, Profº
Dr. Rogério Marcos de Souza, Profº Dr. Eduardo Robson Duarte.
Inclui bibliografia.

1. Macaúba – Alimentação animal. 2. Ruminante 3. Caprino. I.
Geraseev, Luciana Castro. II. Universidade Federal de Minas Gerais,
Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 636.084.4

SILENE MARIA PRATES BARRETO

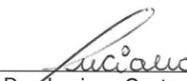
Avaliação dos níveis de inclusão da torta de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart.] na alimentação de caprinos

Aprovada em 8 de maio de 2008.


Profº Dr. Vicente Ribeiro Rocha Junior
(UNIMONTES)


Profº. Dr. Rogério Marcos de Souza
(UFMG)


Profº. Dr. Eduardo Robson Duarte
(Co-orientador/UFMG)


Profª. Dra. Luciana Castro Geraseev
(Orientador - UFMG)

Montes Claros - MG
2008

*Ofereço a
Deus que, presente em todos os lugares, se mostra de forma humilde e
despercebida, mas que, na sua maior expressão,
a vida, sentimos a sua presença.*

*Dedico
este trabalho, com todas as lutas e conquistas, à minha família que está
sempre ao meu lado, torcendo por mim. Ao Cau, que sempre me incentiva
em tudo o que faço, compreende e compartilha todos os meus momentos
de alegrias e de decepções; à Julia, amor eterno, que me mostrou como é
maravilhosa a dádiva que Deus nos deu de ser mãe. E, em especial, aos
meus pais: Socorro e Alberto (in memoriam), exemplos de integridade, de
amor e de dedicação, que, muitas vezes, renunciaram os seus sonhos
para que eu tivesse a chance de realizar os meus. Amo vocês!!!*

Dedico, ainda, aos animais do experimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, com ações ou palavras, contribuíram na execução de todas as etapas deste trabalho, mas não foram citados nominalmente.

Em especial, expresso a minha gratidão às seguintes pessoas:

à Prof^a. Luciana Castro Geraseev por ter me aceitado como orientada e acreditado que eu conseguiria, junto com minha filha que estava para chegar, superar todos os obstáculos do mestrado. Agradeço-lhe, ainda, o partilhar de seus conhecimentos e a orientação tão bem conduzida.

Ao meu co-orientador Prof. Eduardo Robson Duarte, os ensinamentos, o despojamento e o exemplo de caráter demonstrado.

À Associação de Pequenos Produtores Rurais de Riacho Dantas e Adjacências a doação da torta da macaúba para a realização do experimento.

Ao meu amigo de longa data, colega de graduação e professor do mestrado, Rogério Marcos de Souza, o grande incentivo à realização do sonho de fazer o mestrado.

À Francine a amizade, o apoio e a ajuda nas horas em que precisei e a sua competência profissional, que admiro muito.

Aos estudantes de Zootecnia e Agronomia que participaram ativamente deste trabalho: Luana, Euler, Yuri, Flávia, Antonio Carlos II, José Lourenço, Filipe e, especialmente, ao Antônio Carlos (Japa) e ao Renato, que abdicaram de suas férias para me auxiliarem no experimento e ao Carlos, que passou noites mal dormidas para concluir algumas análises.

A todos os professores e funcionários do ICA-UFMG com os quais tive contato e que, de alguma forma, me auxiliaram na conclusão deste trabalho.

"Mestre não é quem sempre ensina, mas quem de repente aprende."

João Guimarães Rosa

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1	Mapa da Região Nordeste e do Norte do Estado de Minas Gerais com destaque para a região semi-árida.....	17
----------	---	----

CAPÍTULO 4

FIGURA 1	Curva do pH ruminal, em função do tempo após o fornecimento da alimentação, de caprinos alimentados com dietas, com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba.....	77
FIGURA 2	Concentração de N-NH ₃ no fluido ruminal de acordo com o tempo após o fornecimento da alimentação.....	79

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

1	Composição químico-bromatológica da torta de macaúba, obtida em diferentes épocas (%MS).....	35
2	Porcentagem dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba (% da MS).....	36
3	Consumo diário (g/dia), consumo em porcentagem do peso vivo (%PV) e consumo g/Kg peso metabólico (g/kg PV ^{0,75} /dia) de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente acida (CFDA), extrato etéreo (CEE), matéria mineral (CMM), matéria orgânica (CMO), carboidratos totais (CCCHOT) e carboidratos não fibrosos (CCNF) das dietas com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba (%MS).....	39
4	Equações de regressão do consumo de extrato etéreo em porcentagem do peso vivo e peso metabólico em função dos diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba (%MS).....	42

CAPÍTULO 3

1	Porcentagem dos ingredientes e composição químico-bromatológica dos concentrados com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba (% da MS).....	51
2	Matéria seca degradada (%) em função do tempo de incubação (horas) para os diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba.....	56
3	Proteína Bruta degradada (%) em função do tempo de incubação (horas) para os diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba.....	57
4	Fibra em Detergente Neutro degradada (%) em função do tempo de incubação (horas), para os diferentes níveis de substituição do caroço de algodão pela torta de macaúba.....	58
5	Fração solúvel (a), fração potencialmente degradável (b), taxa de remoção de sólidos (c), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) a 2 e 5%/h de taxa de passagem da MS, da PB e da FDN de dietas, com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba.....	59

CAPÍTULO 4

1	Medida geral das análises macroscópicas e físicas do líquido ruminal de caprinos alimentados com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba nas dietas.....	75
2	Potencial de redução pelo azul de metileno (PRAM), em função dos tratamentos (dietas).....	76
3	Detecção por exame direto de fungos monocêntricos e policêntricos do rúmen de caprinos alimentados com diferentes níveis de torta de macaúba.....	80
4	Efeito de diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba sobre a contagem média de protozoários ruminais ($\times 10^5/\text{ml}$) e coeficiente de variação (CV).....	82
5	Efeito de diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba sobre a percentagem de protozoários ruminais por gênero e por tratamento.....	83

QUADRO 1

1	Seqüência de incubação dos saquinhos dentro de um mesmo período.....	53
---	--	----

LISTA DE SIGLAS

ADENE	Agência de Desenvolvimento do Nordeste
CNF	Carboidratos Não Fibrosos
CT	Carboidratos Totais
DP	Degradabilidade Potencial
EE	Extrato Etéreo
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA	Instituto de Ciências Agrárias
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
MM	Matéria Mineral
MS	Materia Seca
NRC	National Research Council
PB	Proteína Bruta
PIB	Produto Interno Bruto
PRAM	Potencial de redução do azul de metileno
SAEG	Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
TSF	Tempo de Sedimentação e Flutuação
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVO GERAL.....	15
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1 Semi-árido brasileiro.....	16
3.2 A Caprinocultura brasileira.....	18
3.3 Uso de subprodutos na alimentação de ruminantes.....	19
3.4 Macaúba.....	22
3.5 Macaúba X produção biodiesel.....	25
3.6 Torta de macaúba.....	26
CAPITULO 2 - CONSUMO DE CAPRINOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DA TORTA DE MACAÚBA [Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. Ex Mart] NA DIETA.....	27
RESUMO.....	27
ABSTRACT.....	28
1 INTRODUÇÃO.....	30
2 OBJETIVO.....	33
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 Ensaio.....	34
3.2 Alimentos e dietas.....	34
3.3 Manejo experimental.....	36
3.4 Análises químicas.....	37
3.5 Análises estatísticas.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
5 CONCLUSÃO.....	44
CAPÍTULO 3 - EFEITOS DA INCLUSÃO DA TORTA DE MACAÚBA [Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. Ex Mart] SOBRE A CINÉTICA DA DEGRADAÇÃO RUMINAL DA MS, DA PB E DA FDN EM CAPRINOS	45
RESUMO.....	45
ABSTRACT.....	46

1 INTRODUÇÃO	47
2 OBJETIVO	49
3 MATERIAL E MÉTODOS	50
3.1 Ensaio.....	50
3.2 Procedimento experimental.....	52
3.3 Estimativa da degradação ruminal.....	54
3.4 Análises estatísticas.....	54
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
5 CONCLUSÃO	64
CAPITULO 4 - AVALIAÇÃO DA INCLUSÃO DA TORTA DE MACAÚBA [<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. Ex Mart] SOBRE OS PARÂMETROS RUMINAIS E MICROBIOTA RUMINAL DE CAPRINOS	65
RESUMO	65
ABSTRACT	66
1 INTRODUÇÃO	67
2 OBJETIVO	69
3 MATERIAL E MÉTODOS	70
3.1 Local e data.....	70
3.2 Ensaio.....	70
3.3 Alimentos e dietas.....	70
3.4 Manejo experimental.....	70
3.5 Análises físicas, químicas e microbiológicas.....	71
3.6 Análises estatísticas.....	73
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
5 CONCLUSÃO	86
REFERÊNCIAS	87
APÊNDICE A - Fotos da Associação de Pequenos Produtores Rurais de Riacho D'antas e Adjacências	100
APÊNDICE B - Fluxograma de obtenção do óleo e da torta da macaúba pela Associação de Pequenos Produtores Rurais de Riacho D'antas e Adjacências	102

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO

O semi-árido, incluindo o Norte de Minas Gerais, se caracteriza por má distribuição de chuvas, ocorrendo uma maior disponibilidade de forragens durante o período chuvoso do ano (80%), seguida de escassez durante a época seca (20%) que pode se estender por seis ou até nove meses. Esse fato causa importantes limitações nutricionais, pois na época de escassez os animais não conseguem retirar do pasto os nutrientes necessários à sua manutenção.

Embora a exploração pecuária seja uma alternativa importante para o Norte de Minas, é necessária a implantação de uma infra-estrutura integrada de exploração agropecuária objetivando a convivência do pecuarista e de sua família com os efeitos da estiagem prolongada.

Várias são as estratégias utilizadas para contornar o déficit de forragens no período seco do ano, nas diferentes regiões pastoris do Brasil, porém essas devem ser coerentes com o sistema de produção de cada propriedade.

Esses aspectos reforçam a necessidade do uso estratégico de alimentos alternativos como forma de suplementação do rebanho, buscando melhores índices de produtividade e, conseqüentemente, aumento da renda familiar dos produtores desse setor.

Pesquisas sobre novas alternativas de alimentação para os ruminantes podem diminuir ou mesmo eliminar as perdas verificadas durante o período seco, garantindo incremento no desempenho animal.

Vários alimentos destinados à alimentação animal competem na cadeia da alimentação humana, sendo cada vez mais pesquisados alimentos alternativos, especialmente para ruminantes, que possam substituir de maneira eficaz, os alimentos tradicionais. Alimentos como a casca de café, subprodutos do processamento de frutas, farelo de pequi, farelo de cacau entre outros estão sendo estudados como opção para essa substituição. A viabilidade econômica para utilização desses subprodutos depende da disponibilidade regional dos mesmos.

No Norte de Minas, o ecossistema predominante é explorado de forma extrativista. Dentro desse contexto a torta de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart.] pode representar uma opção altamente viável.

A macaúba é um fruto que se encontra bem distribuído nas áreas de cerrado do semi-árido, sendo explorado principalmente para o consumo doméstico das populações locais. Apesar de sua abundante frutificação e tantas outras qualidades, essa palmeira brasileira, do gênero *Acrocomia*, selvagem e nativa em quase todo o território nacional, tem sido explorada de forma rudimentar, bem aquém de seu potencial econômico.

No Norte de Minas, a Associação Comunitária de Pequenos Produtores Rurais de Riacho D'antas e Adjacências explora, de forma "racional", a macaúba, extraindo óleo, ainda que com perfil artesanal, mas com o intuito de integrá-lo ao "nicho dos óleos especiais".

Atualmente, a Associação beneficia em torno de 17.600 kg/macaúba/mês, com a expectativa de fechar o ano beneficiando 240.000 kg de coco, recebendo a macaúba de associados e de outros pequenos produtores da região. Como 50% do rendimento são de torta, esse beneficiamento gera resíduo considerável. A associação produz em torno de 8.000 kg/torta/mês, implicando numa demanda efetiva de estudos sobre esse resíduo (CARDOSO FILHO, 2008).

Análises químicas preliminares, realizadas no Laboratório de Bromatologia do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais – ICA/UFMG, de tortas residuais de macaúba demonstraram que essas podem ser teoricamente aproveitadas na alimentação de ruminantes. Entretanto, o alto nível de extrato etéreo presente nessas tortas demanda a realização de estudos, para que se possa utilizar esse resíduo.

Assim, com os resultados obtidos, espera-se gerar conhecimento suficiente, para que se possa implantar na região um manejo alimentar alternativo para ruminantes, baseado na torta da macaúba. Esses resultados poderiam minimizar os impactos da estiagem prolongada na produtividade do rebanho, além de absorver um resíduo, que, de outra forma, seria subutilizado ou até mesmo desperdiçado, incentivando, dessa maneira, a exploração racional e sustentável da macaúba.

2 OBJETIVO GERAL

Objetivou - se com este trabalho avaliar o valor nutricional da torta de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart.], por meio da sua caracterização bromatológica, mensuração do consumo e da avaliação da cinética ruminal em caprinos alimentados com diferentes níveis desse subproduto na dieta.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Semi-árido brasileiro

O semi-árido ocupa 841.260,9 km² de área no Nordeste e outros 54.670,4 km² em Minas Gerais (FIGURA 1). Do ponto de vista climático, a Região Semi-Árida é aquela formada pelo conjunto de lugares contíguos, caracterizada pelo balanço hídrico negativo, resultante de precipitações médias anuais iguais ou inferiores a 800 mm, de insolação média de 2800h/ano, de temperaturas médias anuais de 23^o a 27^o C, de evaporação de 2.000 mm/ano e de umidade relativa do ar média em torno de 50%. Caracteriza-se essa região por forte insolação, por temperaturas relativamente altas e por regime de chuvas marcado pela escassez, pela irregularidade e pela concentração das precipitações num curto período, de apenas três meses (AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - ADENE, 2006 *citado por* HOLANDA JUNIOR, 2006)¹.

¹ <http://www.cnpc.embrapa.br/doc66.pdf>

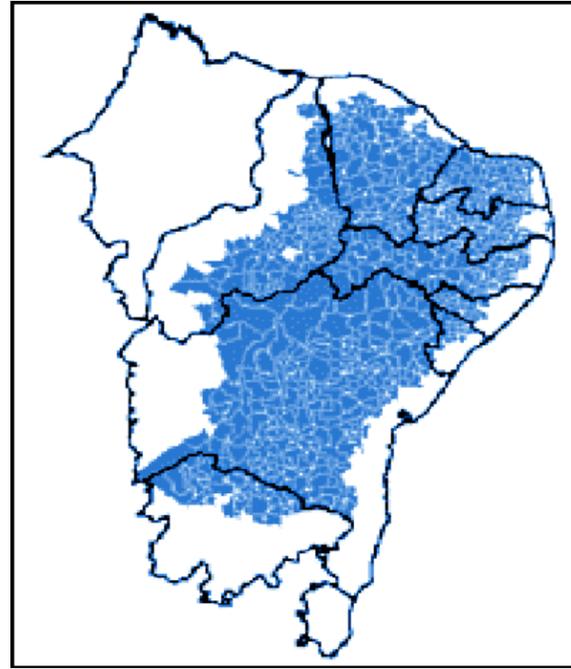


Figura 1 - Mapa da Região Nordeste e do Norte do Estado de Minas Gerais com destaque para a região semi-árida.
Fonte: ADENE, 2006, *citado por* HOLANDA JUNIOR, 2006.

Geoambientalmente, além das vulnerabilidades climáticas do semi-árido, grande parte dos solos se encontra degradada. Os recursos hídricos caminham para a insuficiência ou apresentam níveis elevados de poluição. A flora e a fauna vêm sofrendo a ação predatória do homem. Os frágeis ecossistemas regionais não estão sendo protegidos, ameaçando a sobrevivência de muitas espécies vegetais e animais e criando riscos à ocupação humana, inclusive associados a processos, em curso, de desertificação (SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – SUDENE, [2008?])².

Do ponto de vista geográfico, a região do Norte de Minas se caracteriza como uma ampla faixa de transição, entre uma vegetação típica do Planalto Central Brasileiro, os cerrados e as formações que fazem contato com a caatinga, vegetação típica do semi-árido nordestino. Em função das

² <http://www.sudene.gov.br>

mudanças de altitude e de linhas de drenagem, vão se formando as áreas de dominância, ora o cerrado, ora a caatinga. Como quem disputa o domínio do território, esses dois tipos de vegetação se entrelaçam, conformando complexos e variados ecossistemas de transição, as matas secas ou florestas caducifólias em formas diversas (SANTA ROSA; GONÇALVES, 2005).

A biodiversidade do Cerrado é elevada, porém geralmente menosprezada. O número de plantas vasculares é superior àquele encontrado na maioria das regiões do mundo: plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas e cipós somam mais de 7.000 espécies (KLINK; MACHADO, 2005).

Já se caminha no terceiro milênio e, entretanto, ainda há grande necessidade de investimentos em pesquisa, em educação ambiental e em programas de conservação de áreas intactas ou de recomposição de áreas degradadas. Essa necessidade deveria estar associada a uma mudança de postura econômica e política que marcaria a distinção entre o modelo vigente e um modelo adequado de utilização sustentável dos Cerrados brasileiros (GUARIN NETO; MORAIS, 2003).

3.2 A Caprinocultura brasileira

De acordo com SILVA *et al.* (2005a) a criação de pequenos ruminantes vem apresentando nos últimos anos um significativo crescimento, especialmente em regiões sem grande tradição na atividade ou sem efetivos de rebanho importantes no cômputo geral de cabeças no Brasil. MARTINS *et al.* (2006)³ admitem que o rebanho caprino aumentou em quase todas as regiões brasileiras, exceto na Região Sul. Tal fato associado ao aumento da densidade por quilometro quadrado das microrregiões de maiores densidades apontam para um cenário em que a tendência da atividade é aumentar a sua importância e a contribuição para a composição do produto interno bruto (PIB) do agronegócio brasileiro.

Minas Gerais conta com um efetivo de rebanho de 126.612 cabeças, participando com o 1,23% do rebanho nacional e 50,22 % do rebanho da

³ <http://www.cnpc.embrapa.br/doc66.pdf>

região sudeste (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2005)⁴.

O rebanho caprino de corte do semi-árido apresenta níveis tecnológicos que caracterizam seus sistemas de produção. Esse baixo desempenho zootécnico deve-se, principalmente, à forte dependência que os sistemas de produção têm da vegetação nativa da Caatinga, fonte alimentar básica, quando não única, do rebanho (MEDINA, 2005).

Dados mostram que o efetivo brasileiro de caprinos tem uma distribuição geográfica particular, concentrando-se, principalmente na região Nordeste, que é detentora de 92,59 % do rebanho nacional. A distribuição geográfica dos caprinos brasileiros segue a mesma tendência mundial, concentrando-se em regiões onde o IDH é baixo, reiterando, assim, a importância social da criação como fonte de renda das populações rurais e forma de produção de proteína animal a um baixo custo (IBGE/SIDRA, 2005).

3.3 Uso de subprodutos na alimentação de ruminantes

A busca de alternativas alimentares para os sistemas de produção animal é uma das mais promissoras áreas de pesquisas na nutrição animal. Cada vez mais interessa à sociedade como um todo evitar qualquer tipo de desperdício (alimentos, energia, tempo, recursos) e reduzir excessivos danos ambientais, tornando-se de suma importância a integração das atividades da agricultura com a produção animal, nos seus mais variados aspectos (SILVA, 2005d).

Estudos de avaliação e utilização de novas alternativas tecnológicas, como subprodutos das agroindústrias e resíduos de colheitas podem trazer benefícios para a composição de dietas dos pequenos ruminantes, nas diferentes regiões do Brasil, garantindo, em muitos casos, a maior disponibilidade de alimentos e possível deslocamento da eficiência de produção (ARAUJO; ALVES, 2005). Essas alternativas também vêm sendo

⁴ <http://www.sidra.ibge.gov.br>

trabalhadas para melhorar a eficiência da produção animal no semi-árido (GOMES *et al.*, 2007)⁵.

A alimentação de ovinos e caprinos pode responder por 40 a 60% do custo total de produção desses animais, seja para carne, pele e/ou leite. Logo, os produtores devem buscar alternativas de produção de forragens e de sistemas de alimentação mais eficientes no uso de energia e que demandem menos mão-de-obra e investimentos (ARAÚJO *et al.*, 2004).

A utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes pode ser de grande importância, uma vez que grande parte dos cereais produzidos no mundo se destina aos animais domésticos, em detrimento de grande parcela da população mundial carente de melhor alimentação. O uso de resíduos poderá liberar parcela significativa de alimentos àquelas populações, ao mesmo tempo, proporcionando fontes alternativas de alimentos menos nobres aos animais domésticos e, em particular, aos ruminantes (SOUZA FILHO, 1995).

Antes de ser uma ótima alternativa para a minimização dos custos no segmento agrícola, a utilização de subprodutos tanto de indústrias alimentícias quanto da própria agricultura, tem muito a acrescentar como fator de ordem ecológica, criando um destino final útil para esses resíduos (MORAES, 2007).

Nesse contexto, os resíduos da agroindústria podem assumir um importante papel na alimentação dos ruminantes, principalmente em situações, em que: a) a disponibilidade natural de forragens nas pastagens é baixa, b) às reservas de forragens conservadas forem insuficientes para atenderem as necessidades dos rebanhos, c) na formulação de misturas múltiplas para animais em pastejo, ou d) ainda quando a disponibilidade, o valor nutritivo e o custo do resíduo permitirem sua inclusão na formulação de rações concentradas, substituindo de forma parcial, alimentos nobres comumente utilizados (GARCIA *et al.*, 2004)⁶.

Os resíduos e subprodutos podem ser classificados em dois grupos: fibrosos e não fibrosos. Em especial, a disponibilidade de resíduos fibrosos é

⁵ <http://www.cnpc.embrapa.br/doc66.pdf>

⁶ http://br.monografias.com/trabalhos2/casca-cafe-carneiros/casca-cafe-carneiros.shtml#_Toc153189633

muito grande e o seu uso na alimentação animal depende da superação de limitações de ordem nutricional e da composição do resíduo. Outros fatores que podem interferir no uso desses alimentos são relacionados aos custos com coleta, com transporte, com armazenamento e com o eventual processamento necessário para a melhoria de seu valor nutritivo, especialmente da digestibilidade da fração fibrosa (GOMES *et al.*, 2007; BURGI, 2000).

Quando são pesquisados alimentos alternativos para ruminantes, deve-se sempre estar atento às interações que possam ocorrer entre o alimento fornecido e a flora e a fauna residentes nos sítios de fermentação desses animais, podendo resultar daí inconvenientes ou benéficos digestivos para os mesmos (SOUZA FILHO, 1995).

Muitos autores têm estudado o efeito da inclusão de subprodutos sobre a degradabilidade dos nutrientes e o perfil de fermentação das dietas, porém segundo Bertipaglia *et al.* (2000)⁷, para haver a recomendação racional do uso desses subprodutos, são necessárias pesquisas mais detalhadas para o conhecimento do valor nutritivo desses alimentos.

Louzada Júnior *et al.* (2005) ao analisarem os subprodutos do processamento de frutas em ovinos, concluíram que resíduos, como o de abacaxi, maracujá e melão, se caracterizam por um bom valor nutritivo, podendo ser utilizados na alimentação de ruminantes.

Correia *et al.* (2006) avaliando a substituição do feno de coast-cross pelo resíduo agroindustrial de abacaxi, em rações completas para caprinos, observaram que os níveis de inclusão (33, 66, 100%) melhoram os coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica, da fibra em detergente ácido e da celulose das rações e promovem ganho de peso satisfatório em fêmeas Saanen, durante a fase de crescimento.

Carvalho *et al.* (2006a)⁸, com base nas características de degradação do farelo de cacau e torta de dendê, concluíram que esses alimentos são alternativas alimentares com bom potencial de uso na alimentação de ruminantes.

⁷ www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/viewPDFInterstitial/3190/2244

⁸ <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/495/49521209.pdf>

3.4 Macaúba

O Brasil é considerado como um dos países de maior biodiversidade no mundo, pois se calcula que nada menos do que 10% de toda a biota terrestre se encontra no país. Embora as estimativas de riqueza variem enormemente, o universo das espécies conhecidas para os principais grupos taxonômicos já é suficiente para colocar o país no primeiro lugar mundial em termos de espécies. Além do tamanho, o isolamento geográfico observado no passado remoto e a grande variação de ecossistemas seriam as razões que explicam tal diversidade (MACHADO *et al.*, 2004).

A família *Arecaceae*, anteriormente denominada *Palmae*, é constituída por um grupo de espécies genericamente conhecidas como palmeiras. A palavra palma é de origem remota. Os povos itálicos aplicavam-na à tamareira (*Phoenix dactilifera* L.) da África Mediterrânea e do Oriente Médio. Os gregos chamavam-na *fóinix*, palavra de origem fenícia (LORENZI *et al.*, 1996 citado por LORENZI; NEGRELLE, 2006)⁹.

Segundo Gregório Bondar, o gênero *Acrocomia* abrange 15 espécies distintas, das quais 10 são consideradas brasileiras. São, em todos os casos, palmeiras robustas cujos estipes eretos, esguios e elegantes, alcançando cerca de 20 metros de altura e apresentam-se, geralmente, revestidos por fortes espinhos, em especial perto do topo. Em seu estado de natureza, destacam-se pela exuberante beleza de seu conjunto, em agrupamentos onde podem ser encontradas juntamente com outras palmeiras, como a carnaúba (AGROVIGNA, 2008).

A macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. ex Mart.] é uma palmeira arborescente perene, frutífera, nativa de florestas tropicais, tipicamente brasileira e com ampla distribuição geográfica. No Brasil ocorre nos estados do Ceará, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo e por toda região Sul (MOTTA *et al.* 2002; SCARIOT *et al.* 1995).

Em conformidade com Lorenzi (1992), apresenta-se, no Brasil, uma vasta sinonímia popular: macaúba, mucajá, mocujá, mocajá, macaíba,

⁹ <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/academica/article/view/9021/6314>

macaiúva, bacaiúva, bocaiúva, umbocaiúva, imbocaiá, coco-de-catarro ou coco-de-espinho. O nome pode ainda variar, de acordo com a região de distribuição da palmeira.

Em outros países, pode apresentar outras sinonímias: coco baboso, coco de catarro, coquito, macaúba, bocaiúva, mocayá (Argentina), corozo (Colômbia, Venezuela), coyol (América Central), catey, totaí (Bolívia), cayara, cayiete, ocori, tamaco (Colômbia); corosse (Haiti); groo groo, grugru palm, macaw palm, macaya oil (inglês); corosse (francês) e bocaiuva, cachinóbí, catey, cayara, cayiete, coco baboso, coco de catarro, coquito, corozo, coyol, gru gru, macaúba, mocayá, ocori, palma de vino, tamaco, totaí (espanhol) (FRUITS FROM AMERICA, 2006¹⁰; NEW WORLD FRUITS, 2006¹¹).

De acordo com Clement *et al.* (2005)¹², periodicamente, uma nova onda de entusiasmo surge, pois as palmeiras são emblemáticas dos trópicos, são abundantes (até oligárquicas), são produtivas. Foram muito importantes na subsistência dos povos indígenas. Algumas são importantes na subsistência de povos tradicionais hoje e outras são economicamente importantes no mercado mundial.

Essa espécie apresenta ampla utilidade e mais recentemente o seu fruto tem despertado grande interesse sócio-econômico por sua capacidade de produção de óleo vegetal, considerando-se que a macaúba é citada como umas das principais fontes desse óleo no Brasil. Em meio a suas várias utilidades, são relatados usos medicinais, alimentícios, cosméticos, entre outros. Entretanto, a mais promissora e que mais se destaca é sua capacidade de produção de óleo vegetal que pode chegar a quatro mil litros por hectare por ano, lembrando que por meio de plantios racionais e de programas de melhoramento, esse valor pode aumentar consideravelmente, oferecendo potencial para produção de biodiesel, proporcionando vantagens ambientais, econômicas e sociais (NUCCI, 2007)¹³.

O óleo de macaúba cada vez mais está sendo valorizado pelo mercado nacional e internacional, pois se trata de um óleo de altíssima qualidade, tem

¹⁰ www.ciat.cgiar.org/ipgri/fruits_from_americas/frutales/Acrocomiaaculeata

¹¹ www.ipgri.cgiar.org/Regions/Americas/programmes/TropicalFruits/qryall3.asp?intlIDSpecies=154

¹² www.inpa.gov.br/cpca/charles/pdf/agrociencias_clement-et-al_2005.pdf -

¹³ http://www.iac.sp.gov.br/PoslAC/Stella_Nucci2007.pdf

valores nutricionais próximos ao azeite de oliva e o seu potencial começou a ser descoberto pelas indústrias de cosméticos de alimentos. Após o processo de extração, são obtidos dois tipos de óleo: o da polpa, que é esverdeado e aproveitado como biodiesel ou na indústria de cosméticos; e o óleo da amêndoa, amarelado: é mais nobre, podendo ser utilizado na indústria alimentícia e também em produtos de cosméticos (CIPRIANO, 2006)¹⁴.

No óleo da polpa, sobressai o alto teor de ácido oléico, que o aproxima de óleos, como o de oliva, amendoim e girassol. Já o óleo da amêndoa, além do alto teor em ácido láurico, apresenta um teor também alto em ácido oléico, quando comparado a outros óleos, como o do babaçu, coco e palmiste (ALMEIDA *et al.*, 1998).

No Norte de Minas, o processo de extração desse óleo ainda vem sendo realizado de forma artesanal, gerando uma grande quantidade de resíduos, entre eles, a torta da polpa de macaúba, a qual chega a representar 50% do total da macaúba processada (CARDOSO FILHO, 2006).

Em um estudo realizado no Distrito Federal, no Brasil Central, foi observado que cada inflorescência produz em média 60 frutos, mas esse número pode variar de 0 a 271, conforme a região. O fruto é globoso, com 2,5 a 5,0 cm de diâmetro, liso, de coloração marrom-amarelada e, quando maduro, possui um epicarpo que se rompe facilmente quando maduro. Apresenta mesocarpo branco ou amarelado, fibroso e mucilaginoso. Cada fruto contém uma amêndoa oleaginosa, contendo de um a três embriões viáveis, envolvida por um endocarpo rígido. Frutifica durante o ano todo, principalmente de setembro a janeiro (TASSARO, 1996; LORENZI, 1992; SCARIOT *et al.*, 1995 *citado por* NUCCI, 2007)¹⁵.

O coco da macaúba, oriundo de Jaboticatubas Minas Gerais, apresentou a seguinte composição: cerca de 30% de casca, 27% de polpa, 34% de endocarpo e 7% de amêndoa. O mais alto teor de óleo, com base no peso seco, foi encontrado na polpa (70%) seguido da amêndoa (46%) e um pouco na casca (11%), cujo tipo é semelhante ao do óleo da polpa (ALMEIDA *et al.* 1998).

¹⁴ <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2006/foldernoticia.2006-04-03.3722359657/noticia.2006-04-26.0919750710/?searchterm=Descobrimdo%20o%20poder%20da%20macauba>

¹⁵ http://www.iac.sp.gov.br/PosIAC/Stella_Nucci2007.pdf

3.5 Macaúba X produção biodiesel

O Biodiesel (éster de ácidos graxos) é um substituto do diesel, de combustão mais limpa, feito de fontes naturais renováveis, tais como óleos vegetais e animais. Assim como o diesel mineral, o biodiesel opera em motores de combustão-ignição, podendo ser usado como um substituto, misturado ou como aditivo ao óleo diesel. Misturas de até 20% de biodiesel (a 80% de diesel convencional) podem ser usadas em praticamente qualquer equipamento diesel e são compatíveis com a maioria dos equipamentos de armazenamento e de distribuição (UDAETA *et al.*, 2008)¹⁶.

A macaúba, de acordo com o pesquisador da Embrapa Soja, Décio Luiz Gozzoni, atende a algumas necessidades ainda pouco consideradas pela maioria dos envolvidos com a cadeia dos biocombustíveis. A primeira delas é que, diante da expectativa de uma demanda cada vez maior, provocada pelas crescentes dificuldades de exploração dos combustíveis fósseis e também por sua utilização como arma política, um programa para os biocombustíveis terá cada vez mais que levar em conta a utilização de plantas de alta produtividade como matéria-prima. Outra consideração é que, assim como as fontes energéticas, a questão da água também adquire importância cada vez maior, lembrando vários indicadores preocupantes de problemas climáticos e escassez de água. A terceira premissa mencionada por Gozzoni é a necessidade de frear as correntes migratórias internas, garantindo emprego às populações em suas regiões de origem. Embora com um potencial menor que da soja para produzir óleo, a macaúba ganha pelo volume que pode passar de 30 toneladas de biomassa por hectare, enquanto, no caso da soja, é de apenas 4%, o que resultaria em cerca de 5 mil litros e um mil litros de biodiesel por hectare, respectivamente. Além disso, a macaúba, uma palmeira rústica, necessita de muito pouca água, concorrendo, nesse caso, também com a palma ou dendê. A segunda necessidade da contenção das correntes migratórias internas - como acontece, por exemplo, todo ano, com os trabalhadores nordestinos, que se

¹⁶ <http://www.biodieselbr.com/estudos/biodiesel/comparacao-producao-energia-diesel-biodiesel-analisando-custos-envolvidos.htm>

deslocam para o Sudeste e evitar que a solução do problema energético gere outro, que é o inchaço das cidades das regiões produtoras. Como diz o pesquisador, a macaúba atende plenamente também a esse objetivo, já que exigirá trabalho manual, contribuindo para garantir a fixação das famílias à terra (SALLES, 2008).

O Brasil é o maior produtor de soja do mundo, porém maior destaque também deve ser dado a outras oleaginosas, pois da soja são obtidos apenas 400 kg de óleo por hectare, enquanto o girassol e o amendoim rendem o dobro e têm uma extração mais simples do que a da soja, viável somente para grandes indústrias. Estudos apontam como matérias-primas alternativas, em ordem decrescente de produção por hectare/ano, as lavouras de milho (160 litros), algodão (250 l), soja (400 l), girassol (800 l), mamona (1.200 l), babaçu (1.600 l), pequi (3.100 l), macaúba (4.000 l) e dendê (5,950 l). Nesse conjunto, as culturas anuais apresentam menor oferta por unidade de área, ao se considerar apenas um ciclo, variando de 160 l/ha a 800 l/ha. Como opção de maior volume de produção física por hectare tem-se a mamona, numa posição intermediária, e as palmáceas nacionais e o pequi, como potenciais elevados de produção de óleo vegetal (GONÇALVES, 2004¹⁷; UDAETA *et al.*, 2008¹⁸).

3.6 Torta de macaúba

Apesar de sua importância para os povos do cerrado, não há na literatura trabalhos sobre a utilização da torta de macaúba como recurso alimentar para as diferentes espécies animais.

Quando são estudados alimentos de potenciais desconhecidos, com o objetivo de utilizá-los na alimentação de animais domésticos, uma preocupação que se deve ter é com possíveis fatores tóxicos, presentes nos mesmos (SOUZA FILHO, 1995).

A Associação Comunitária de Pequenos Produtores Rurais de Riacho D'antas e Adjacências possui 44 associados e está localizada no município

¹⁷ www.iea.sp.gov.br/

¹⁸ www.biodieselbr.com/estudos/biodiesel/comparacao-producao-energia-diesel-biodiesel-analisando-custos-envolvidos.htm

de Montes Claros. A unidade de trabalho é uma caixa de 20 quilos. Atualmente, beneficiam-se em torno de 880 caixas/mês, ou seja, 17.600 kg/macaúba/mês, com a expectativa de fechar o ano beneficiando 12.000 caixas, totalizando 240.000 kg de coco. A associação recebe a macaúba de associados e de outros pequenos produtores da região. No período da safra, de outubro a maio, alguns produtores chegam a receber R\$ 800,00 pela macaúba (CARDOSO FILHO, 2008).

A caixa rende, aproximadamente, 10 quilos de torta, 5 quilos de endocarpo, 700 ml de óleo da semente, 3,1 lts de óleo da polpa. Como 50% do rendimento são de torta, esse beneficiamento gera resíduo considerável. A associação produz em torno de 8.000 kg/torta/mês, levando a uma demanda efetiva por estudos sobre esse resíduo (CARDOSO FILHO, 2008).

Os produtores associados a Associação de Produtores Rurais de Riacho D'antas e Adjacências estão utilizando como suplemento alimentar para ruminantes (bovinos, caprinos, ovinos), aves e suínos, mas de forma empírica, pois não há trabalhos acadêmicos desenvolvidos sobre sua caracterização e valor nutricional.

Esse resíduo apresenta baixo teor de proteína e alto teor de fibra e energia, de acordo com análises preliminares, realizadas no Laboratório de Bromatologia da UFMG – Instituto de Ciências Agrárias em Montes Claros/MG.

Os resultados dessas análises indicam que, teoricamente, a torta de macaúba pode ser aproveitada na alimentação de ruminantes, especialmente para animais em crescimento, dado o alto teor de extrato etéreo da mesma. Entretanto, devido a esse alto teor de extrato etéreo, a torta de macaúba necessita de estudos mais aprofundados, para que esse subproduto possa ser recomendado. São necessárias avaliações dos efeitos da inclusão da torta da macaúba, principalmente, sobre os parâmetros ruminais e microbiota ruminal, uma vez que o excesso de óleo pode comprometer a fermentação ruminal e, conseqüentemente, o desempenho dos animais.

**CAPITULO 2 - CONSUMO DE CAPRINOS ALIMENTADOS COM
DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DA TORTA DE MACAÚBA
[*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart] NA DIETA**

RESUMO

O objetivo deste experimento foi avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba sobre o consumo em caprinos. As dietas experimentais consistiam em silagem de sorgo e concentrado, com diferentes níveis de inclusão da TM na matéria seca: 0, 5, 10 e 15%. Foram utilizados oito animais adultos, machos, castrados, sem raça definida, portando cânulas ruminais permanentes, em um delineamento experimental de dois quadrados latinos (4x4), com duração total de 84 dias, divididos em quatro períodos de 21 dias. As dietas, todas isoprotéicas e isoenergéticas, foram oferecidas em duas refeições diárias, uma pela manhã e a outra à tarde. Alíquotas das sobras foram coletadas diariamente, congeladas e armazenadas para serem analisadas. Foram avaliados os consumos de matéria seca, de extrato etéreo, de proteína bruta, de fibra detergente neutro, de fibra detergente ácido, de matéria mineral, de matéria orgânica e de carboidratos não fibrosos. Não houve efeito da inclusão da torta de macaúba sobre nenhuma das variáveis analisadas, com exceção do consumo de extrato etéreo, que demonstrou uma correlação negativa com o nível de TM na dieta. Esses resultados permitem concluir que esse subproduto pode ser utilizado até o nível de 15%, sem comprometer o consumo dos animais, aumentando a expectativa em relação ao seu uso.

Palavras-chave: Subproduto. Alimento Alternativo. Macaúba. Ruminante - Matéria seca. Proteína e fibra.

CHAPTER 2 - INTAKE IN GOATS FED WITH DIFFERENT INCLUSION LEVELS OF MACAUBA [*ACROCOMIA ACULEATA* (JACQ.) LODD. EX MART] CAKE

ABSTRACT

The objective of this trial was to evaluate the effect of different inclusion levels of macauba cake on the intake of goats. The experimental diets consisted of sorghum silage and concentrate ration with different inclusion levels of MC in dry matter: 0, 5, 10 and 15%. Eight castrated adult male goats of indefinite breed, with permanent ruminal canulas, were assigned to an experimental design of 2 Latin squares (4x4) along a total 84-day period divided into four periods of 21 days each. Isoproteic and isoenergetic diets were offered twice daily, in the morning and in the afternoon. Samples of the leftovers were daily collected, frozen and stored for analyses. Intake of dried matter, ether extract, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, mineral matter, organic matter and non-fibrous carbohydrates were evaluated. The inclusion of macauba cake did not affect any of the variables analyzed, except for the metabolic ether extract and for the percentage of live body weight that demonstrated a negative correlation with MC level in the diet. It is possible to conclude from these results that this subproduct may be used up to a 15% inclusion level without interfering with the animal intake, what increases the expectation about its use.

Key words: Intake. Subproduct. Alternative Food. Macaúba. Goat. Ruminant-Dry matter. Protein and Fiber.

1 INTRODUÇÃO

No norte de Minas, semi-árido mineiro, há uma carência de subprodutos que possam ser usados na complementação da dieta dos ruminantes no período de maior escassez de alimentos, que corresponde aos meses de seca. Essa escassez é principalmente em função da pequena diversidade de subprodutos na região e do custo do frete, que inviabiliza a utilização de subprodutos de outras regiões. O subproduto mais utilizado nessa região é o caroço de algodão, que chega com um preço compatível com a exploração pecuária. Após essas observações, pode-se inferir que a torta de macaúba se torna extremamente importante para a região, podendo ainda ser enquadrada como um alimento estratégico a ser usado na escassez de forragem. À luz desses fatos, ao se estudar a torta da macaúba, é importante também conhecê-la, substituindo o caroço de algodão.

Após análises preliminares, realizadas no Laboratório de Bromatologia do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG em Montes Claros/MG, foi constatado que a torta de macaúba possui um FDN médio próximo de 60,0% podendo limitar a ingestão de matéria seca. De acordo com vários autores, alimentos que apresentam alta concentração de FDN podem afetar o consumo, uma vez que a fibra, na maioria das vezes, apresenta uma menor taxa de trânsito ruminal. O animal consome alimento até atingir a capacidade máxima de ingestão de FDN, que passa a inibi-la, havendo, assim, um limite de destruição ruminal, que determina a interrupção do consumo. O ponto de transição entre o controle físico e fisiológico, em que a ingestão de MS é máxima, tem sido estudado em vários trabalhos. Esse ponto de transição não é fixo, ocorrendo na intersecção entre o nível de FDN da ração e a curva de requerimento do animal. Assim, o ponto em que o nível de FDN da ração deixa de limitar fisicamente a ingestão é determinado, primariamente, pelo nível de produção do animal, que é função do seu potencial genético (ZANINE; MACEDO JUNIOR, 2006; RODRIGUES, 2004; MERTENS, 1994; VAN SOEST, 1994).

Carvalho *et al.* (2004), trabalhando com farelo de cacau e torta de dendê no concentrado de cabras leiteiras, observaram uma redução

significativa no consumo de matéria seca dos animais que receberam 30% do farelo de cacau, em substituição ao concentrado. Essa redução significativa no consumo pode ser explicada pelo aumento substancial dos teores de fibra, com a inclusão do farelo de cacau à dieta.

Barroso *et al.* (2007), em experimento com ovinos, utilizando subproduto desidratado de vitivinícolas, associados a milho, a farelo de palma e à raspa de mandioca, observaram maior teor de FDN na dieta com maior ingestão de MS (dieta contendo subproduto associado à palma), observação diferente da usual. A palma forrageira, excelente fonte de energia e rica em pectina (WANDERLEY *et al.*, 2002), pode ter melhorado o padrão de fermentação ruminal dessa dieta, pois, segundo Van Soest (1994) um melhor padrão ruminal é conseguido em dietas cujo concentrado (entre 30 e 50%) é composto por alimentos ricos em pectina, comparado às fontes tradicionais de amido.

Hashimoto *et al.* (2007)¹⁹, trabalhando com a substituição do milho pela casca do grão de soja em dietas para caprinos, verificaram que, apesar do teor de FDN da dieta com 100% de substituição do milho pela casca do grão de soja ser 75% maior do que o teor de FDN da dieta contendo apenas milho, não houve alteração significativa ($P > 0,05$) no consumo de MS, MO e PB.

Além do alto teor de FDN, a torta de macaúba também possui um elevado teor de extrato etéreo, valores médios próximos a 10,0%. O teor de extrato etéreo também pode afetar o consumo, por causar grandes mudanças na fermentação ruminal. Um dos primeiros efeitos dos lipídeos é a redução do crescimento microbiano, podendo afetar a degradação ruminal.

Silva *et al.* (2005c)²⁰, trabalhando com cabras leiteiras alimentadas com dietas à base de silagem de milho e com três níveis de inclusão (0%, 15% e 30%) do farelo de cacau ou torta de dendê no concentrado, constataram que o teor de extrato etéreo variou de 3,43% no tratamento controle até 5,31%, quando foram incluídos 30% do farelo de cacau. Os resultados mostraram que a torta de dendê pode substituir o concentrado à base de milho moído e farelo de soja em até 9,23 e 18,81% da matéria seca

¹⁹ <http://www.scielo.br/>

²⁰ http://www.ppgbiotec.ufpr.br/teses_dissertacoes/arquivo/31-2005.pdf

da dieta, respectivamente, sem reduzir o consumo e a produção do leite de cabra. Já inclusão de 18,47% de farelo de cacau na matéria seca da dieta de cabras afetou negativamente o consumo e a produção de leite das cabras.

Silva *et al.* (2005c)²¹ observaram ainda que, com a inclusão de 30% do farelo de cacau no concentrado, o consumo foi inferior ($P < 0,05$) para todas as variáveis estudadas. Os teores de EE obtidos nas dietas com 30% farelo de cacau (5,31% no concentrado) em comparação com 3,43% no tratamento controle, podem ter agido como elemento antinutricional, contribuindo para a redução do consumo nesse tratamento. Essa influência negativa é atribuída à presença de ácidos graxos livres, à capacidade de formar sais insolúveis e à propriedade de formar barreira física sobre o alimento, dificultando a colonização microbiana Palmquist (1989 *citado por* SILVA *et al.*, 2005c)²².

²¹ http://www.ppgbiotec.ufpr.br/teses_dissertacoes/arquivo/31-2005.pdf

²² <http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n4/24181.pdf>

2 OBJETIVO

Avaliar o efeito da inclusão da torta de macaúba na dieta de caprinos sobre o consumo voluntário de matéria seca e nutriente desses animais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Ensaio

Este trabalho foi conduzido nas dependências do Setor de Caprinocultura do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em Montes Claros, no período de maio a agosto de 2007. A cidade de Montes Claros está situada na região norte, no semi-árido mineiro. As coordenadas geográficas são: altitude de 646,29 m, latitude sul de 16°50'52,7" e longitude oeste de 43°50'26,9". O clima, segundo classificação de Köppen é do tipo Aw, considerado tropical de savana, com inverno seco e verão chuvoso.

Constou de um ensaio de desempenho, com duração de 84 dias, divididos em quatro períodos de 21 dias. Desses, 14 dias foram para adaptação e 7 dias para incubação e coleta de dados. Foram utilizados oito caprinos adultos, machos, castrados, sem padrão racial definido, portando cânulas ruminais permanentes. Os animais foram oriundos de sistemas extensivos de produção da própria região, com peso vivo médio inicial em torno de 35 kg.

3.2 Alimentos e dietas

As dietas foram elaboradas na forma de uma ração total (silagem + concentrado) balanceadas de acordo com as recomendações do National Research Council - NRC (1981), para um ganho estimado de 100 g/dia. Foram utilizados os seguintes ingredientes para elaboração das dietas: milho, farelo de soja, torta de macaúba, caroço de algodão, premix mineral e vitamínico e silagem de sorgo. A inclusão da torta de macaúba nas dietas variou de 0,0 a 15,0% da matéria seca total, sendo que o tratamento 0 não continha torta da macaúba, (controle). Já o tratamento 5 continha 5 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 12,34 % de inclusão no concentrado. O tratamento 10 continha 10 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 22,64 % de inclusão no concentrado. E, por fim, o tratamento 15 continha 15 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 30,63 % de inclusão no concentrado.

As dietas foram isoprotéicas e isoenergéticas e a relação volumoso: concentrado variou de 82:18 no tratamento sem macaúba até 70:30 no tratamento com a inclusão de 15,0% de torta de macaúba. Vários fatores foram levados em conta para o balanceamento das dietas. Para serem isoprotéicas e isoenergéticas, houve uma substituição tanto no volumoso quanto no concentrado pela torta de macaúba. A maior parte da substituição no concentrado foi do caroço de algodão pelo fato de ser o principal subproduto encontrado na região e ter o extrato etéreo mais próximo da torta de macaúba.

A torta de macaúba utilizada para a realização do experimento foi fornecida pela Associação de Pequenos Produtores Rurais de Riacho D'antas e Adjacências. Por ser um subproduto extraído de forma artesanal a torta de macaúba pode ter uma composição bromatológica variável e, por esse motivo, foram realizadas amostragens em épocas e anos diferentes, para verificar as variações nessa composição.

As composições bromatológicas da torta de macaúba e das dietas experimentais se encontram na TABELA 1 e 2.

TABELA 1

Composição químico-bromatológica da torta de macaúba, obtida em diferentes épocas (%MS)

Parâmetros	Torta de macaúba				
	2006(a)	2006(b)	2007(c)	2007(d)	2008(e)
MS	84,36	85,87	90,07	89,15	89,63
FDN	66,17	61,40	62,64	71,18	52,02
FDA	45,53	55,43	47,96	48,46	36,99
PB	7,76	6,57	6,50	7,55	9,40
FB	-	-	45,24	-	-
EE	15,43	18,88	10,66	11,04	8,10
CINZAS	6,28	5,79	4,86	4,93	4,53
MO	78,08	80,08	85,21	84,22	85,10
CHOT	70,53	68,76	77,98	76,48	77,97
CNF	4,36	7,36	15,34	5,30	25,95
NDT*	66,63	72,81	61,40	58,20	62,88

Análises realizada no Laboratório de Bromatologia do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG em Montes Claros/MG.

(a) e (b) Análises realizadas em junho/2006 (amostras de partidas diferentes)

(c) Análise realizada no início do experimento (março/2007)

(d) Análise realizada no final do experimento (dezembro/2007)

(e) Análise realizada em março/ 2008.

* O NDT foi calculado por meio da fórmula $NDT = 40,2625 + 0,1969PB + 0,4028CNF + 1,903EE - 0,1379FDA$ (WEISS, 1993,1998).

TABELA 2

Porcentagem dos ingredientes e composição químico-bromatológica das dietas com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba (% da MS)

Ingredientes	Tratamentos			
	T0	T5	T10	T15
Silagem (%)	65,17	60,15	56,00	51,45
Milho (%)	11,10	14,20	16,12	18,78
Caroço de algodão (%)	14,78	9,80	4,97	0,00
Farelo de soja (%)	8,10	10,00	11,96	13,83
Torta de macaúba (%)	0,00	5,00	10,00	15,15
Premix (%)	0,850	0,848	0,808	0,785
Análise Químico-bromatológica das dietas (%MS)				
MS (%)	54,78	57,64	59,62	62,07
PB (%)	12,72	12,67	12,65	12,57
NDT (%)	63,05	63,31	63,32	63,44
EE (%)	5,25	4,69	4,15	3,59
FDN (%)	47,74	46,30	45,45	44,28

Análises realizada no Laboratório de Bromatologia do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG em Montes Claros/MG.

T0 – 0,00% de inclusão da torta de macaúba (controle).

T5 – 5 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 12,34 % de inclusão no concentrado.

T10 – 10 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 22,64 % de inclusão no concentrado.

T15 – 15 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 30,63 % de inclusão no concentrado.

3.3 Manejo experimental

Os animais foram identificados, vermifugados e sorteados nos diferentes tratamentos e alojados em baias individuais, providas de comedouros e de bebedouros. Os animais receberam água *ad libitum* e uma suplementação (dieta total), oferecida em dois tratamentos diários: pela manhã (8:00) e à tarde (16:00) durante todo o experimento. Durante o fornecimento da alimentação, o concentrado e o volumoso foram misturados manualmente no comedouro.

O controle do consumo foi feito por meio da pesagem das quantidades fornecidas e rejeitadas diariamente. As sobras foram coletadas e pesadas na manhã seguinte, antes do fornecimento da nova alimentação, para a determinação do consumo diário individual. Foram coletadas amostras das

sobras, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas e congeladas, para posterior análise bromatológica.

Os consumos de MS, de MO, de PB, de EE, de FDN, de FDA, de MM, de CHOT e de CNF foram calculados pela diferença entre a oferta e as sobras, com base na matéria seca e expresso em gramas por dia (g/dia), gramas por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) e percentagem do peso vivo (%PV).

Durante o período de coleta, as dietas foram fornecidas, procurando-se manter as sobras em torno de 10 a 20% do total oferecido. O controle do peso dos animais foi feito por meio de pesagens a cada 21 dias (na mudança das dietas), para ajustes nas quantidades da silagem e do concentrado oferecidos.

3.4 Análises químicas

Foram analisadas amostras da torta de macaúba, da silagem de sorgo, dos ingredientes, das dietas prontas e das sobras das dietas no Laboratório de Bromatologia do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG em Montes Claros, MG. Os teores de MS, de PB, de EE, de MM, de FDN e de FDA foram determinados conforme procedimentos descritos pela Association Of Official Analytical Chemists - AOAC (1990); Silva e Queiroz (2002). Os carboidratos totais (CT) dos alimentos fornecidos foram calculados de acordo com Sniffen *et al.* (1992), em que $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos pela diferença entre CT e FDN (VAN SOEST, 1991). O NDT foi calculado por meio da fórmula $NDT = 40,2625 + 0,1969PB + 0,4028 CNF + 1,903EE - 0,1379 FDA$ (WEISS, 1993,1998).

3.5 Análises estatísticas

O delineamento experimental adotado foi o quadrado latino múltiplo, com quatro animais e quatro períodos. Os oito animais formaram dois quadrados 4 x 4 que se desenvolveram simultaneamente, cada um deles com os quatro tratamentos propostos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, de acordo com o seguinte modelo:

$$y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + P_k + Q_l + e_{ijkl},$$

em que: y_{ijk} = variável dependente consumo de MS, PB, FDN, FDA, EE, MM, MO, CHOT e CNF (g/dia, %PV e g/Kg^{0,75})

μ = média geral;

T_i = efeito dos níveis de inclusão da torta de macaúba na dieta ($i = 0, 5, 10$ e 15);

A_j = efeito dos animais ($j = 1$ a 8),

k = efeito do período ($k = 1$ a 4),

Q_l = efeito dos quadrados latinos ($l = 1$ a 2),

e_{ijkl} = erro experimental.

Para a análise estatística do consumo de MS, de PB, de EE, de MM, de FDN e de FDA em função dos tratamentos (dietas), foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (2007), sendo as médias comparadas pelo teste de *Cut Knott*, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

Os dados obtidos do consumo de extrato etéreo foram submetidos à análise de regressão linear, aplicando-se o SAEG (2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os dados apresentados na TABELA 1, à torta de macaúba pode ser classificada como um alimento intermediário entre os volumosos e os concentrados. Possui alto teor de FDN, como os volumosos, mas possui também um alto teor de extrato etéreo, o que resulta em um valor intermediário de NDT.

Por meio dos dados apresentados na TABELA 1, verifica-se que ocorreu uma grande variação no teor de extrato etéreo da torta de macaúba. Essa variação observada se deve à forma de obtenção da torta, que é artesanal, não havendo uma padronização nesse processo.

Na TABELA 3, são apresentados os valores relativos ao consumo diário (g/dia), consumo em porcentagem do peso vivo (%PV) e consumo em g/kg PV^{0,75}/dia, obtidos nos diferentes tratamentos. Não houve efeito da inclusão da torta de macaúba sobre o consumo de nenhum dos nutrientes avaliados, com exceção do consumo de extrato etéreo.

TABELA 3

Consumo diário (g/dia), consumo em porcentagem do peso vivo (%PV) e consumo g/Kg peso metabólico (g/kg PV^{0,75}/dia) de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), extrato etéreo (CEE), matéria mineral (CMM), matéria orgânica (CMO), carboidratos totais (CCCHOT) e carboidratos não fibrosos (CCNF) das dietas com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba (%MS)

Parâmetros	Tratamentos				CV (%)
	T0	T5	T10	T15	
		(g/dia)			
CMS	929,09 ^a	896,73 ^a	880,03 ^a	841,84 ^a	28,06
CPB	119,12 ^a	126,89 ^a	124,52 ^a	127,37 ^a	30,03
CFDN	451,89 ^a	425,63 ^a	437,77 ^a	438,2 ^a	28,95
CFDA	262,02 ^a	244,69 ^a	246,45 ^a	242,63 ^a	29,77
CEE	39,49 ^a	33,68 ^a	29,56 ^a	25,82 ^a	34,37
CMM	37,50 ^a	39,19 ^a	41,25 ^a	36,39 ^a	32,50
CMO	891,59 ^a	857,54 ^a	838,78 ^a	805,45 ^a	27,94
CCHOT*	732,98 ^a	696,97 ^a	684,70 ^a	652,26 ^a	27,60
CCNF*	281,09^a	271,34^a	246,93^a	214,05^a	31,89

(% PV)					
CMS	2,43 ^a	2,36 ^a	2,28 ^a	2,23 ^a	20,50
CPB	0,31 ^a	0,33 ^a	0,32 ^a	0,34 ^a	24,49
CFDN	1,18 ^a	1,11 ^a	1,14 ^a	1,14 ^a	20,87
CFDA	0,69 ^a	0,64 ^a	0,64 ^a	0,63 ^a	21,54
CEE	0,10 ^a	0,09 ^a	0,08 ^b	0,07 ^b	26,96
CMM	0,10 ^a	0,10 ^a	0,11 ^a	0,10 ^a	26,49
CMO	2,33 ^a	2,26 ^a	2,17 ^a	2,13 ^a	20,34
CCHOT*	1,92 ^a	1,84 ^a	1,77 ^a	1,72 ^a	19,79
CCNF*	0,74^a	0,73^a	0,63^a	0,58^a	28,28

(g.kg ^{0,75})					
CMS	60,22 ^a	58,30 ^a	56,68 ^a	55,08 ^a	20,86
CPB	7,71 ^a	8,22 ^a	8,02 ^a	8,31 ^a	24,50
CFDN	29,28 ^a	27,47 ^a	28,23 ^a	28,39 ^a	21,46
CFDA	17,01 ^a	15,79 ^a	15,88 ^a	15,65 ^a	22,18
CEE	2,55 ^a	2,18 ^a	1,90 ^b	1,68 ^b	27,37
CMM	2,45 ^a	2,52 ^a	2,65 ^a	2,37 ^a	26,74
CMO	57,77 ^a	55,78 ^a	54,03 ^a	52,71 ^a	20,70
CCHOT*	47,51 ^a	45,38 ^a	44,11 ^a	42,72 ^a	20,18
CCNF*	18,23^a	17,91^a	15,88^a	14,33^a	27,75

As médias seguidas da mesma letra na linha não diferenciam entre si estatisticamente pelo teste Skot Knott a 5% de probabilidade.

Análises realizadas no Laboratório de Bromatologia do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG em Montes Claros - MG.

* Os carboidratos totais (CT) dos alimentos fornecidos foram calculados, de acordo com Sniffen *et al.* (1992), em que $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos pela diferença entre CT e FDN (VAN SOEST *et al.* 1991).

T0 – 0,00% de inclusão da torta de macaúba (controle).

T5 – 5 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 12,34 % de inclusão no concentrado.

T10 – 10 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 22,64 % de inclusão no concentrado.

T15 – 15 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 30,63 % de inclusão no concentrado.

As dietas, controle e com inclusão de diferentes níveis de torta de macaúba resultaram em consumos de MS total equivalentes ($P > 0,05$). O consumo de MS obtido neste experimento foi próximo ao recomendado pelo NRC (1981) levando-se em conta as exigências nutricionais diárias para caprinos. Segundo esse comitê, o consumo de MS de caprinos com peso médio de 35 kg é de 911 g./MS/dia ou 2,61%PV.

De acordo com Mertens (1994) a FDN é considerada um dos principais fatores controladores do consumo de MS pelos ruminantes. Neste experimento, apesar da torta de macaúba ter um FDN alto, esse não foi um

fator limitador no consumo das dietas, uma vez que o teor total de FDN praticamente não variou entre as dietas, pois a torta de macaúba, ao ser incluída, implicou em um aumento da proporção concentrado: volumoso para manter as dietas isoprotéicas e isoenergéticas.

Carvalho *et al.* (2006b)²³ ao substituírem alguns ingredientes do concentrado por farelo de cacau em dietas para ovinos, não encontraram restrição para o farelo de cacau nos níveis trabalhados, ou seja, até 15% da dieta total. Esses resultados foram de encontro aos observados neste experimento que também não evidenciaram restrição do consumo com a inclusão de até 15% da torta de macaúba na dieta total.

Em um experimento realizado com cabras leiteiras por Silva *et al.* (2005c)²⁴, o consumo (kg/dia, % PV) de dietas contendo 15 e 30% de torta de dendê em substituição ao concentrado associado à silagem de milho, não diferenciou da dieta padrão à base de milho e de soja. Esses resultados foram semelhantes ao encontrado neste experimento para todos os níveis de inclusão da torta de macaúba.

O consumo de proteína não foi influenciado pelas dietas ($P>0,05$), ficando em torno de 120 g./dia (TABELA 3). Esses valores supriram os requerimentos diários de PB, segundo o NRC (1981), que seria de 69,51 g./dia.

Neiva *et al.* (2006), avaliando o consumo de silagens de capim-elefante enriquecidas com o subproduto do processamento do maracujá para ovinos, observaram que a inclusão do subproduto desidratado do maracujá em até 14% melhorou o consumo de MS e PB (g/animal/dia e g/UTM) da silagem. Os níveis de consumo dessa silagem enriquecida mesmo no nível máximo de 14% ficaram aquém dos encontrados neste experimento. Com 14% do subproduto desidratado de maracujá, foram observados consumos de 793,5 g/dia de MS e 66,7 g/dia de PB.

O consumo de FDA foi em torno de 250 g/dia, não havendo diferença entre as dietas. Esse comportamento evidencia que não houve influência da

²³ <http://revistas.ufg.br/index.php/vet/article/viewFile/403/378>

²⁴ <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n5/26660.pdf>

inclusão da torta de macaúba sobre o consumo de FDA, já que à medida que se acrescentava a TM, a proporção de volumoso era reduzida.

A quantidade de extrato etéreo consumida pelos caprinos foi diretamente influenciada pelo nível de inclusão da torta de macaúba (TABELA 3). O fato do caroço de algodão ter sido o principal ingrediente substituído pela torta de macaúba resultou em consumo de extrato etéreo menor nos animais suplementados com 10 e 15% da torta de macaúba em relação àqueles submetidos à dieta controle. Esse resultado foi devido à menor concentração de extrato etéreo na torta de macaúba (10,66%), em comparação com o caroço de algodão (20,7%).

TABELA 4

Equações de regressão do consumo de extrato etéreo em porcentagem do peso vivo e peso metabólico em função dos diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba (%MS)

Parâmetros	Equação	R ²
CEEPV ¹	$Y = 0,0010135 - 0,0000235 \times TM$	26,48
CEEMET²	$Y = 2,51180 - 0,05803 \times TM$	27,12

¹ CEEPV - consumo extrato etéreo em porcentagem do peso vivo (%PV)

² CEEMET - consumo extrato etéreo em g / Kg peso metabólico (g/kg PV^{0,75}/dia)

Os consumos de EE expresso em %PV e g/kgPV^{0,75}/dia apresentaram diminuição linear (P<0,05), em função da inclusão da torta de macaúba. Possivelmente, foram influenciados pela diminuição dos teores de extrato etéreo nas dietas com a adição da torta de macaúba, em substituição ao caroço de algodão na sua maior parte, ingrediente com maior teor de extrato etéreo do que a torta de macaúba. Assim, são necessárias mais pesquisas para se conhecer o efeito da torta de macaúba em dietas balanceadas com ingredientes diversos dos utilizados.

Neste estudo o desempenho dos animais foi avaliado, mas esses resultados devem ser considerados apenas como dados preliminares, pois, como os animais estavam fistulados, os resultados podem estar subestimados. Novos estudos para a avaliação do desempenho de ruminantes alimentados com torta da macaúba devem ser realizados, visto

que o potencial de utilização da torta de macaúba é alto, por se tratar de alternativa alimentar de baixo custo, de fácil produção e adoção, por parte dos produtores.

A torta de macaúba vem a ser uma nova alternativa à disposição dos produtores no período de maior escassez de alimentos na região semi-árida, podendo ser utilizada também em outras regiões produtoras.

5 CONCLUSÃO

A inclusão de torta de macaúba em até 15% na matéria seca da dieta não influenciou o consumo dos diferentes nutrientes, com exceção do extrato etéreo, indicando que o subproduto tem viabilidade de uso como alternativa na dieta de caprinos.

São necessários ainda novos estudos para avaliar o desempenho de ruminantes alimentados com torta de macaúba.

**CAPÍTULO 3 - EFEITOS DA INCLUSÃO DA TORTA DE MACAÚBA
[*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart] SOBRE A CINÉTICA DA
DEGRADAÇÃO RUMINAL DA MS, DA PB E DA FDN EM CAPRINOS**

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba (TM) sobre a cinética da degradabilidade da matéria seca, da proteína bruta e da fibra em detergente neutro em caprinos. Os animais foram alimentados com silagem de sorgo e um concentrado contendo diferentes níveis de inclusão da TM na MS: 0, 12,34, 22,64 e 30,63%. As dietas, todas isoprotéicas e isoenergéticas, foram oferecidas em duas refeições diárias, uma pela manhã e a outra à tarde. O experimento constou de um ensaio de degradabilidade "in situ" onde foram utilizados oito animais adultos, machos, castrados, sem raça definida, portando cânulas ruminais permanentes. O delineamento experimental constou de dois quadrados latinos (4x4), com duração total de 84 dias, divididos em quatro períodos de 21 dias, sendo 14 dias para adaptação às dietas e sete dias de incubação. Foram incubados os tratamentos (concentrados oferecidos) nos tempos 0, 4, 8, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Foram avaliados o desaparecimento da MS, da PB e da FDN em função do tempo de incubação e os parâmetros de cinética ruminal (fração solúvel, fração insolúvel potencialmente degradável, taxa de degradação, potencial de degradação e degradabilidade efetiva a 2 e 5%/h). Houve efeito negativo da inclusão da torta de macaúba sobre a degradação potencial e efetiva da MS, da PB e da FDN. A inclusão da torta de macaúba diminuiu a degradação da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e da fibra detergente neutro (FDN).

Palavras-chaves: Macaúba. Degradação. Caprinos. Subproduto. Ruminante. Alimento alternativo-*In Situ*.

CHAPTER 3 - EFFECTS OF THE INCLUSION OF MACAUBA [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.Ex Mart] CAKE ON THE KINETICS OF RUMINAL DEGRADATION OF DM, GP AND NDF IN GOATS

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of different inclusion levels of macauba cake (MC) on the ruminal kinetic degradability of dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) in goats. Animals were fed sorghum silage and a concentrate ration with different inclusion levels of MC in DM: 0, 12.34, 22.64 and 30.63%. Isoproteic and isoenergetic diets were offered twice daily, in the morning and in the afternoon. This trial performed a degradability test *in situ* in eight castrated adult male goats of indefinite breed, with permanent ruminal canulas. The experimental design consisted of 2 Latin squares (4x4); it lasted a total period of 84 days divided into four periods of 21 days each: seven days for adaptation of ruminal microbiota and seven days for incubation. The treatments (the concentrate ration offered) were incubated at the following incubation time: 0, 4, 8, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. The disappearance of DM, CP and NDF was evaluated according to the incubation time, and the parameters of ruminal kinetics (soluble fraction, potentially degradable insoluble fraction, degradation rate, potential degradation and effective degradability at 2 and 5%h). The inclusion of macauba cake reduced the degradation of dry matter, crude protein and fiber in neutral detergent.

Key words: Macauba. Degradation. Goats. Subproducts. Ruminant. Alternative food-*In situ*.

1 INTRODUÇÃO

A utilização racional dos ruminantes está na sua capacidade de extrair nutrientes de baixo valor nutritivo mediante processos digestivos que normalmente ocorrem no rúmen do animal e convertê-los em alimentos de alta qualidade e baixo custo (EVANGELISTA *et al.*, 2002).

Portanto, é importante aproveitar essa habilidade na alimentação de ruminantes com resíduos ricos em fibra que não são utilizados para a alimentação humana. Esse aspecto reforça a necessidade do uso estratégico de alimentos alternativos como forma de suplementação do rebanho.

Os subprodutos da agroindústria vêm merecendo uma atenção especial na alimentação dos ruminantes, pois além do custo mais baixo, estão disponíveis o ano todo, servindo como suplementos nas mais variadas condições de alimentação (CUNHA *et al.*, 1998)²⁵.

Seguindo essas premissas, a torta de macaúba pode vir a ser um importante subproduto na alimentação animal. Já é encontrada em quantidade considerável no Norte de Minas Gerais, região conhecida pela escassez de subprodutos para a alimentação animal.

Hoje, é um subproduto do beneficiamento da macaúba com objetivo de processar “óleos finos”, sendo parte importante da agricultura familiar existente na região. A Associação Comunitária de Pequenos Produtores Rurais de Riacho D’antas e Adjacências espera beneficiar, no ano de 2008, 240.000 Kg de coco, tendo como subproduto 120.000 quilos de torta de macaúba, produção essa que advém somente do extrativismo. Contudo, no futuro, com os devidos estudos e a sua domesticação, com a produção em escala comercial para a produção de biocombustíveis, espera-se a geração de quantidade significativa de torta, passando a ser um importante subproduto para a região.

É necessário o conhecimento mais aprofundado sobre como se comporta a degradação ruminal, possibilitando a adoção de sistemas mais adequados de alimentação. A degradabilidade efetiva e a taxa de degradação permitem o cálculo de uma dieta mais adequada, no sentido de

²⁵ http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-95961998000200010

proporcionar uma produção mais eficiente, inferindo-se que a taxa de degradação é um instrumento de expressiva importância na estimativa da ingestão voluntária (EVANGELISTA *et al.*, 2002).

A técnica *in situ*, além de sua rápida e fácil execução, requerendo pequena quantidade de amostra do alimento, permite o contato íntimo com o ambiente ruminal, não havendo uma melhor forma de simulação do rúmen para um dado regime de alimentação (temperatura, pH, tamponamento, substrato, enzimas, etc.), pois o material a ser analisado é exposto a condições ruminais normalmente encontradas (ORSKOV; MCDONALD, 1979; ORSKOV *et al.*, 1980; MCDONALD, 1981).

Essa técnica consiste em supor que os alimentos e seus constituintes sejam compostos de três frações distintas: fração (a) que representa a fração solúvel do alimento, podendo ser utilizada imediatamente pelos microrganismos do rúmen; fração (b), que corresponde à fração potencialmente degradável, e o parâmetro (c), que corresponde à taxa de degradação da fração (b). Esta técnica permite a avaliação rápida e simples da degradação do material contido nos sacos de náilon, em função do seu tempo de incubação no rúmen, sendo usada por muitos pesquisadores para a caracterização dos alimentos (VALADARES FILHO; CABRAL, 1992; MARTINS *et al.*, 1999; LALLO *et al.* 2003²⁶).

²⁶ http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982003000300024

2 OBJETIVO

Avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes de torta de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart] na dieta de caprinos sobre a cinética de degradação ruminal e a degradabilidade efetiva da matéria seca, da proteína bruta e da fibra detergente neutro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Ensaio

O trabalho foi desenvolvido no Setor de Caprinocultura Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em Montes Claros, região Norte do estado de Minas Gerais.

O experimento constou de um ensaio de degradabilidade "in situ", cuja duração foi de 84 dias. Foram utilizados 8 caprinos adultos, machos, castrados, sem padrão racial definido, portando cânulas ruminais permanentes, oriundos de rebanhos da própria região, com peso médio de 35 kg.

Os animais foram distribuídos em dois quadrados latinos (4x4). Cada período durou 21 dias, sendo que 14 dias de adaptação e 7 dias de incubação propriamente dita.

As dietas foram elaboradas na forma de uma ração total (silagem de sorgo + concentrado), balanceadas de acordo com as recomendações do NRC (1981), para um ganho estimado de 100 g/dia. Foram utilizados os seguintes ingredientes para elaboração das dietas: milho, farelo de soja, torta de macaúba, caroço de algodão, premix mineral e vitamínico e silagem de sorgo. A inclusão da torta de macaúba nas dietas variou de 0 a 15,0% da matéria seca total e nos concentrados (tratamentos), variou de 0,0 a 30,63%. Os tratamentos testados foram os seguintes:

T0 - controle (sem torta de macaúba).

T5 – 5 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 12,34 % de inclusão no concentrado.

T10 – 10 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 22,64 % de inclusão no concentrado.

T15 – 15 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 30,63 % de inclusão no concentrado.

As dietas foram isoprotéicas e isoenergéticas e a relação volumosa: concentrado variou de 82:18, no tratamento sem TM até 70:30, no

tratamento com a inclusão de 15,0% da torta de macaúba. A composição da torta de macaúba e das dietas se encontra no capítulo dois e as composições bromatológicas dos concentrados de cada tratamento incubados encontram-se na TABELA 1.

TABELA 1

Porcentagem dos ingredientes e composição químico-bromatológica dos concentrados com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba (% da MS)

Ingredientes	Tratamentos			
	T0	T5	T10	T15
Milho (%)	32,96	36,80	37,81	39,86
Caroço de algodão (%)	41,82	24,26	11,12	0,00
Farelo de soja (%)	23,07	24,78	26,82	28,08
Torta de macaúba (%)	0,00	12,34	22,64	30,63
Premix (%)	2,15	1,82	1,61	1,43

Composição Químico-bromatológica (%MS)				
MS (%)	88,81	88,42	87,91	87,94
PB (%)	25,64	25,33	21,02	19,22
NDT (%)	74,40	67,90	64,22	61,33
EE (%)	11,25	8,20	6,29	4,98
FDN (%)	35,04	37,69	41,02	44,13
FDA (%)	17,04	18,06	19,23	21,39
MM (%)	5,66	5,10	5,60	4,96
CHOT (%)	57,45	61,37	67,09	70,84
CNF (%)	22,41	23,68	26,07	26,71

Análises realizadas no Laboratório de Bromatologia do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG em Montes Claros - MG.

T0 – 0,00% de inclusão da torta de macaúba (controle).

T5– 5 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 12,34 % de inclusão no concentrado.

T10 – 10 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 22,64 % de inclusão no concentrado.

T15 – 15 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 30,63 % de inclusão no concentrado.

3.2 Procedimento experimental

Os animais após serem identificados, foram vermifugados, vacinados e sorteados nos diferentes tratamentos. Em seguida, foram alojados em baias individuais, providas de comedouros e de bebedouros, onde receberam água à vontade e uma suplementação com o concentrado e a silagem de sorgo, oferecida pela manhã (08h00min h) e à tarde (16h).

As cânulas e fístulas foram inspecionadas e lavadas diariamente, com água e detergente neutro, sendo aplicado PVPI, quando necessário. A área em torno das fístulas recebeu depilação periódica, para facilitar a higienização e ajudar no controle de moscas. Uma pomada repelente foi aplicada, quando necessário, na pele em torno das fístulas, para evitar a instalação de larvas e ajudar no controle de moscas.

Durante o período de coleta, os concentrados e a silagem foram fornecidos, procurando manter as sobras em torno de 10 a 20% do total oferecido. O controle do consumo foi feito por meio da pesagem das quantidades fornecidas e rejeitadas diariamente. Uma amostra das sobras foi congelada, para posterior análise bromatológica.

O controle do peso dos animais foi feito por meio de pesagens, a cada 21 dias, para ajustes da quantidade da silagem e do concentrado oferecido.

As incubações *in situ* foram realizadas em sacos de náilon de 14x7cm e porosidade 50 µm, sendo incubados em média 2,5 gramas do material por saco. Foram incubados em triplicata, para a obtenção de amostra suficiente para análises. Os tempos incubados foram: 0, 4, 8, 12, 24, 48, 72, 96 horas. Os saquinhos foram ancorados no rúmen, por um peso de 100grs.

Os tempos adotados foram incubados de dois em dois, em função da pequena capacidade ruminal do caprino. O material foi incubado no rúmen de acordo com a seqüência apresentada no QUADRO 1.

QUADRO 1

Seqüência de incubação dos saquinhos dentro de um mesmo período

Dia Entrada/ Saída Saquinhos	Horário de incubação			
	7:30 h	11:30 h	15:30 h	19:30 h
Dia 1	Entra e sai zero Entram 72 e 96 horas	-	-	-
Dia 2	-	-	-	-
Dia 3	-	-	-	-
Dia 4	Sai 72 horas e entra 48 horas	-	-	-
Dia 5	Sai 96 horas e entra 12 horas	-	-	Sai 12 horas
Dia 6	Sai 48 horas e entram 4 e 8 horas	Sai 4 horas	Sai 8 horas e entra 24 horas	-
Dia 7	-	-	Sai 24 horas	-

Após a sua retirada, os sacos de náilon foram colocados em água com gelo, para cessar a atividade microbiana. Posteriormente foram lavados em água corrente, até que essa ficasse de coloração límpida e sem material suspenso.

Para determinação da fração prontamente solúvel os sacos foram incubados no rúmen por 1 minuto e, em seguida lavados como descrito anteriormente.

Os saquinhos com o material restante da digestão foram acondicionados em bandejas plásticas e colocados em estufa de circulação forçada, a 60°C - 65°C até atingirem peso constante. Em seguida foram resfriados à temperatura ambiente em dessecador e pesados. A degradabilidade em cada tempo de incubação foi determinada pela diferença de peso entre o material pré e pós-incubação.

Em seguida, o material foi retirado dos saquinhos e armazenado em potes plásticos para posteriormente serem determinados os teores de MS, de PB e de FDN seguindo metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002).

3.3 Estimativa da degradação ruminal

As estimativas da degradação da MS, da PB e da FDN foram obtidas por intermédio das curvas de desaparecimento dos nutrientes dos sacos, ajustadas segundo o modelo $Deg_{(t)} = a + b(1 - e^{-ct})$ proposto por Orskov e McDonald (1979) e modificado por McDonald (1981) em que “a” é a fração solúvel; “b”, a fração insolúvel potencialmente degradável; e “c”, a taxa constante de degradação de “b” em um tempo “t” de incubação. A degradabilidade efetiva foi calculada pela equação $DE = a + (bc/c+k)$, na qual k é taxa de passagem do conteúdo ruminal, assumindo valores de 0,02 e 0,05/h. A DP foi calculada por meio da soma das frações a e b.

3.4 Análises estatísticas

O delineamento experimental adotado foi o quadrado latino múltiplo, com oito animais e quatro períodos. Os oito animais formaram dois quadrados 4 x 4, que se desenvolveram simultaneamente.

Os dados foram submetidos à análise de variância, de acordo com o seguinte modelo:

$$y_{ijksu} = \mu + T_i + A_j + P_k + Q_l + R_s + T_i \times R_s + e_{ijkl}$$

em que: y_{ijk} = degradação da MS, da PB e do NDT.

μ = média geral;

T_i = efeito dos diferentes níveis de inclusão da torta da macaúba nos concentrados. (i = 0 a 15%);

A_j = efeito dos animais (j = 1 a 8)

P_k = efeito do período (k = 1 a 4)

R_s = Tempo de incubação.

T_i x R_s = interação tratamento * tempo de incubação.

Q_l = efeito dos quadrados latinos (l = 1 a 2)

e_{ijkl} = erro experimental.

Para a análise estatística da porcentagem de matéria seca, da proteína bruta e da fibra em detergente neutro degradados em função dos tempos de incubação foi utilizado o SAEG (2007), sendo as médias comparadas pelo teste de *Cut Knott*, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

Os dados obtidos do desaparecimento dos nutrientes nos saquinhos incubados, MS, FDN e PB (variáveis dependentes) nos tempos de incubação (variável independente) foram submetidos à análise de regressão não linear de Gauss-Newton, aplicando-se o SAEG (2007).

As estimativas das frações solúveis, insolúveis degradáveis, taxa de degradação da fração *b*, degradação potencial e degradação efetiva a 5%/h e 2%/h obtidas foram submetidas a uma análise de regressão linear, sendo as estimativas as variáveis dependentes e os níveis de inclusão, as variáveis independentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o desaparecimento da matéria seca em função do tempo de incubação estão apresentados na TABELA 2.

TABELA 2
Matéria seca degradada (%) em função do tempo de incubação (horas) para os diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba

Tempo (horas)	MS degradada (%) em função do tempo de incubação (horas)			
	T0	T5	T10	T15
96	93,64Aa	83,30Ab	84,02Ab	80,14Ac
72	92,45Aa	80,73Ab	81,95Bb	78,47Ac
48	88,63Ba	73,81Bb	79,95Bc	75,92Ad
24	74,57Ca	61,33Cb	62,50Cb	59,76Bb
12	53,22Da	46,29Db	47,54Db	43,67Cb
8	46,87Ea	39,72Eb	40,31Eb	37,48Db
4	36,60Fa	31,80Fb	33,64Fb	33,85Db
0	22,12Ga	19,22Ga	20,87Ga	20,81Ea

T0 – 0,00% de inclusão da torta de macaúba (controle).

T5 – 5 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 12,34 % de inclusão no concentrado.

T10 – 10 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 22,64 % de inclusão no concentrado.

T15 – 15 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 30,63 % de inclusão no concentrado.

As médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo tempo de incubação e minúscula na linha não diferem entre si devido ao nível de inclusão da torta de macaúba, quando comparadas estatisticamente pelo teste de Cut Knott a 5% de probabilidade.

Pelos resultados obtidos, verifica-se que o desaparecimento ruminal da matéria seca aumentou em função do tempo de incubação, em todos os tratamentos, estabilizando ao redor de 72 horas para o tratamento controle e para o tratamento T5. O tratamento T15 estabilizou com 48 horas e para o tratamento T10 a degradação foi crescente até 96 horas. À medida que se aumenta o teor de inclusão da torta de macaúba na dieta ocorre aumento do teor de FDN e do teor de FDA, conforme ilustra a TABELA 1. O tratamento T15, com inclusão máxima da torta de macaúba, estabilizou antes, comportamento esse já esperado. Essa estabilização pode ter ocorrido em função da quantidade e da qualidade da fibra. O tratamento com inclusão máxima de macaúba tem maior teor de FDN e de FDA e, possivelmente, também tem uma qualidade de fibra pior do que nos outros tratamentos.

Pode-se observar que, com a inclusão da torta de macaúba nos tratamentos, ocorreu uma diminuição na degradação da MS em todos os tempos de incubação após o tempo zero. Entretanto, não houve efeito significativo ($p>0.05$) da inclusão da torta de macaúba no concentrado sobre a degradabilidade da MS no tempo zero de incubação, que corresponde à fração prontamente solúvel, podendo ser explicado porque à medida que se adicionou torta de macaúba na dieta, não se alterou muito o teor de carboidratos não fibrosos.

Os resultados obtidos para o desaparecimento da proteína bruta, em função do tempo de incubação estão apresentados na TABELA 3.

TABELA 3
Proteína Bruta degradada (%) em função do tempo de incubação (horas) para os diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba

Tempo (horas)	PB degradada (%) em função do tempo de incubação (horas)			
	T0	T5	T10	T15
96	97,62Aa	95,41Ab	95,93Ab	94,79Ab
72	96,35Aa	93,80Aa	94,16Aa	91,91Aa
48	92,55Aa	89,39Ab	91,64Aa	88,51Ab
24	73,62Ba	76,32Ba	68,18Ba	69,14Ba
12	46,02Ca	56,02Ca	47,46Ca	53,53Ca
8	41,41Ca	49,82Ca	39,68Ca	47,38Ca
4	30,49Da	35,60Da	30,39Da	36,11Da
0	4,96Eb	15,81Ea	6,89Eb	14,98Ea

T0 – 0,00% de inclusão da torta de macaúba (controle).

T5– 5 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 12,34 % de inclusão no concentrado.

T10 – 10 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 22,64 % de inclusão no concentrado.

T15 – 15 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 30,63 % de inclusão no concentrado.

As médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo tempo de incubação e minúscula na linha não diferem entre si devido ao nível de inclusão da torta de macaúba, quando comparadas estatisticamente pelo teste de Cut Knott a 5% de probabilidade.

Pelos resultados obtidos, verifica-se que o desaparecimento ruminal da proteína bruta aumentou em função do tempo de incubação, estabilizando por volta de 48 horas em todos os tratamentos.

Pode-se observar que, com a inclusão da torta da macaúba na dieta total, houve redução significativa ($P<0,05$) na degradabilidade da PB no tempo de 96 horas em comparação com o tratamento controle. A menor porcentagem da PB nos concentrados com TM, provavelmente, levou à

diminuição da concentração de nitrogênio amoniacal, conseqüentemente diminuindo a colonização do alimento e, por fim, a degradabilidade.

Souza *et al.* (2000)²⁷ encontraram valores para a fração prontamente solúvel da torta de babaçu em torno de 15,0%, para MS e 10,0%, para a PB. Esses valores foram próximos aos encontrados neste experimento para os concentrados incluindo a torta de macaúba. A degradabilidade da torta de babaçu atingiu 65,0%, para MS e 75,0 para PB%. Mas esses valores devem ser observados com cautela, pois SOUZA *et al.* (2000) só incubaram até 48 horas.

Os resultados obtidos para o desaparecimento da FDN, em função do tempo de incubação, estão apresentados na TABELA 4.

TABELA 4
Fibra em Detergente Neutro degradada (%) em função do tempo de incubação (horas), para os diferentes níveis de substituição do caroço de algodão pela torta de macaúba

Tempo (horas)	FDN degradada (%) em função do tempo de incubação (horas)			
	T0	T5	T10	T15
96	84,62Aa	55,00Ab	56,82Ab	51,15Ac
72	81,23Aa	51,97Ab	52,44Ab	49,26Ab
48	73,17Ba	40,36Bc	47,57Bb	43,88Ac
24	67,26Ba	34,51Bb	41,04Bb	35,18Bb
12	55,47Ca	28,77Cb	35,63Cb	31,10Bb
8	47,20Da	22,22Dc	32,29Cb	30,92Bb
4	45,54Da	20,66Db	26,48Cb	20,84Cb
0	-	-	-	-

T0 – 0,00% de inclusão da torta de macaúba (controle).

T5– 5 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 12,34 % de inclusão no concentrado.

T10 – 10 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 22,64 % de inclusão no concentrado.

T15 – 15 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 30,63 % de inclusão no concentrado.

As médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo tempo de incubação e minúscula na linha não diferem entre si devido ao nível de inclusão da torta de macaúba, quando comparadas estatisticamente pelo teste de Cut Knott a 5% de probabilidade.

Pelos resultados obtidos, constata-se que o desaparecimento ruminal da FDN aumentou, em função do tempo de incubação, estabilizando ao redor de 72 horas, exceto para o tratamento com o nível máximo de inclusão da torta de macaúba (30,63%), que estabilizou no tempo de 48 horas.

²⁷ http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=1413-959620000002&lng=en&nrm=iso

Observou-se que a adição da torta de macaúba reduziu de maneira acentuada a degradação da FDN. Com a inclusão da torta de macaúba no concentrado, houve aumento do teor de FDN, aumento esse já esperado pelo maior teor de FDN existente na torta de macaúba, em relação aos outros ingredientes do concentrado. Houve também aumento no teor de FDA, à medida que se adicionou torta de macaúba.

No tratamento zero, o teor de NDT e de PB é maior do que em todos os outros tratamentos, levando um maior aporte energético e uma maior quantidade de proteínas para os microorganismos, fazendo com que a degradação ocorrida no tratamento zero seja mais eficiente do que a degradação ocorrida no tratamento 15, nível máximo de inclusão da TM.

Borges *et al.* (2008), trabalhando com ovinos, encontraram valores próximos aos deste experimento, para o desaparecimento da FDN (DFDN) dos subprodutos do maracujá. A degradação foi crescente, estabilizando no tempo 48 horas, com valores em torno de 48,0%. A disponibilidade limitada observada no subproduto do maracujá se deve provavelmente, aos altos níveis de ligninas presentes nesse subproduto, fazendo com que a degradação ocorra significativamente até as 48h, resultando num baixo valor para o potencial de degradação.

A partir dos parâmetros de degradação obtidos em função dos diferentes níveis de TM, foram estimadas equações de regressão, que se encontram na TABELA 5.

TABELA 5

Fração solúvel (a), fração potencialmente degradável (b), taxa de remoção de sólidos (c), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) a 2 e 5%/h de taxa de passagem da MS, da PB e da FDN de dietas, com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba

Parâmetros	T0	T5	T10	T15	Regressão	R ²
Matéria Seca						
a (%)	22,12	19,22	20,87	20,81	-	ns
b (%)	71,52	64,08	63,15	59,33	Y=0,7014 - 0,75 x	0,86
c (%)	5,70	4,34	5,04	5,18	-	ns
DP (%)	93,64	83,30	84,02	80,14	Y= 0,9125 - 0,0079 x	0,74
DE 2(%/h)	75,07	63,09	66,08	63,61	Y=0,7358-0,0242x+ 0,0012x ²	0,59
DE 5(%/h)	60,22	49,00	52,57	51,00	Y= 0,5893- 0,0239x+0,0013x ²	0,49

Proteína Bruta						
a (%)	4,96	15,81	6,89	14,98	$Y=0,068+0,0084x-0,0003x^2$	0,19
b(%)	92,65	79,61	89,04	79,81	$Y= 0,9060-0,0115x+0,0004x^2$	0,26
c(%)	6,49	5,47	5,79	3,72	$Y= 0,0559-0,0016x-0,0002x^2$	0,33
DP(%)	97,62	95,41	95,93	94,79	$Y= 0,9713-0,0016x$	0,36
DE 2 (%)	75,30	73,97	72,94	66,87	$Y=0,7622 - 0,0053x$	0,47
DE 5 (%)	56,88	57,28	54,55	49,02	$Y=0,5838 - 0,0053x$	0,40

FDN						
a (%)	-	-	-	-	-	ns
b(%)	84,62	51,03	49,38	45,83	$Y=0,824 - 0,0686x +0,003x^2$	0,94
c(%)	3,74	3,46	3,08	4,08	-	ns
DP(%)	84,62	55,00	56,82	51,11	$Y=0,8268 - 0,0556x + 0,0024x^2$	0,89
DE 2 (%)	62,21	36,29	37,38	36,07	$Y=0,6074 - 0,0524x + 0,0025x^2$	0,91
DE 5 (%)	43,28	24,80	26,27	25,91	-	ns

(p>0,05)

T0 – 0,00% de inclusão da torta de macaúba (controle).

T5– 5 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 12,34 % de inclusão no concentrado.

T10 – 10 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 22,64 % de inclusão no concentrado.

T15 – 15 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 30,63 % de inclusão no concentrado.

Não houve influência da adição da torta de macaúba (p>0,05) sobre a fração solúvel (a) e sobre a taxa de degradação (c) da MS. Entretanto, à medida que a torta de macaúba foi adicionada ao concentrado, ocorreu uma diminuição na fração (b) da MS, fração essa que é insolúvel, mas potencialmente degradável. Essa diminuição da fração (b) pode ser explicada pelo aumento do teor de FDN nos concentrados.

Lallo *et. al.* (2003)²⁸ substituindo silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi para bovinos encontraram valores maiores para a fração prontamente solúvel da MS, em torno de 30,0%, do que os valores encontrados neste experimento. Já os valores encontrados para a degradabilidade efetiva corrigida a 2%/h e 5%/h, foram semelhantes aos encontrados para a inclusão da torta de macaúba.

²⁸ http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982003_000300024

O comportamento do potencial de degradação (DP) da MS foi linear decrescente. Houve uma diminuição de, aproximadamente, 10 unidades percentuais, quando se incluiu a torta de macaúba.

Com relação à MS, as degradabilidades efetivas a 2 e 5% se comportaram de modo quadrático havendo a influência da adição da torta de macaúba. A degradabilidade efetiva a 2%/h atingiu o seu ponto mínimo de degradabilidade (61,38%) com a inclusão de 10,08% da torta de macaúba na dieta total. Já para a degradabilidade a 5%/h, esse ponto mínimo de degradabilidade foi atingido, quando se adicionaram 9,19% de torta de macaúba na dieta total atingindo a degradabilidade mínima de 47,94%.

Matos *et al* (2006)²⁹ encontraram para MS degradabilidade potencial de 75,47% para silagem de maniçoba, DE 2%/h (62,73%) e 5%/h (52,87%). Teixeira *et al* (1999) encontraram valores médios para degradabilidade da MS dos cortes da palma forrageira em caprinos, sendo DP de 77,59% e DE 5%/h de 40,17%.

A fração solúvel (a) da proteína bruta também se comportou de maneira quadrática atingindo o seu ponto máximo de degradação (12,68%) com 14,0% de inclusão da torta de macaúba na dieta total. Já a fração (b), insolúvel, mas potencialmente degradável, quando se incluíram 14,4% de torta de macaúba ocorreu a menor taxa de degradação, atingindo 82,34%.

A taxa (c) da PB também se comportou de maneira quadrática. À medida que se adicionou a torta de macaúba, a taxa de degradação da fração b da proteína bruta atingiu seu ponto mínimo, que foi 4,6%, quando se incluíram 4,0% de torta de macaúba. Para as degradabilidades efetivas a 2% e 5%/h da PB a equação que melhor se ajustou foi a linear decrescente,

Para o FDN, a fração insolúvel, mas potencialmente degradável (b) teve um comportamento um pouco diferente da MS, comportando-se de maneira quadrática. Do tratamento controle para os tratamentos com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba no concentrado, houve uma queda de 35% na fração insolúvel, mas potencialmente degradável. A fração (b) atingiu o seu mínimo 43,19% de degradação, quando se adiciona 11,43% de torta de macaúba na dieta total.

²⁹ <http://www.proqualiti.org.br/sistema/>

Mesmo sendo diferente o comportamento da fração (b) da MS e da FDN, as duas demonstraram correlações negativas com os níveis de inclusão da torta de macaúba. Esse fato pode ser explicado, devido à maior porcentagem de FDN da torta de macaúba, em relação aos ingredientes do concentrado que foram substituídos. Essa diminuição na fração (b) refletiu na DP e na DE aos 2% e 5% que foram reduzidas. O ponto mínimo de degradação (33,28%) para a degradabilidade efetiva a 2%/h foi atingido quando se adicionaram 10,48% de torta de macaúba.

A equação que mais se ajustou para o potencial de degradação (DP) da FDN foi a quadrática, atingindo o seu ponto mínimo (50,48%), quando se adicionaram 11,58% de torta de macaúba.

Não houve influência ($p > 0,05$) da adição da torta de macaúba sobre a taxa de degradação da fração (b) da FDN, nos diversos tratamentos.

A equação que melhor representou a degradabilidade efetiva da FDN a 2%/h foi a quadrática, sendo que houve uma diminuição em torno de 10%, com a adição da torta de macaúba. A degradabilidade efetiva a 5%/h para o FDN não sofreu influência ($P > 0,05$) da inclusão da torta de macaúba.

Os valores encontrados para as degradabilidades efetivas da MS e da PB foram superiores a 60,0% para uma taxa de passagem ruminal de 2%/h e próximos de 50,0%, para uma taxa de 5%/h. Quanto ao FDN, os valores encontrados para a degradabilidade efetiva ficaram entre 25,0 e 36,0%, para os diversos níveis de inclusão da torta de macaúba.

Apesar da redução da degradabilidade potencial e efetiva da MS com a inclusão da torta de macaúba, esse subproduto apresenta valores de degradabilidade superiores ou similares, quando comparado com outros subprodutos fibrosos.

Carvalho *et al* (2006a)³⁰ avaliaram a degradabilidade da torta de dendê e do farelo de cacau em bovinos. Estes autores encontraram valores inferiores para fração solúvel da MS, tanto da torta de dendê como para o farelo de cacau, em torno de 6,5%. Foram inferiores também os valores da fração insolúvel potencialmente degradável da PB do farelo de cacau que foi em torno de 30,0% e da torta de dendê que ficou próximo a 60%. Inferiores

³⁰ <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/495/49521209.pdf>

ainda os valores encontrados para o potencial de degradação da PB, tanto do farelo de cacau e da torta de dendê, próximos a 60,0%. Já o potencial de degradação da MS e do FDN, a degradabilidade efetiva a 5%/h e a fração insolúvel potencialmente degradável da FDN dos dois subprodutos foram equivalentes aos encontrados para a inclusão da torta de macaúba.

Souza *et. al.* (2006)³¹ observaram valores para os parâmetros de degradação efetiva da PB e do FDN para a silagem de maniçoba um pouco superiores. Para a degradabilidade efetiva a 2%/h, os autores encontraram valores entre 75,0 e 79,0% para PB e entre 41,0 e 43,0% para FDN. Já para a degradabilidade efetiva a 5%/h, esses autores encontraram valores entre 66,0 e 72,0%, para a PB e 32,0%, para o FDN.

³¹ <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/495/49521203.pdf>

5 CONCLUSÃO

A inclusão da torta de macaúba diminuiu a degradação da matéria seca, da proteína bruta e da fibra em detergente neutro.

Sugere-se a realização de estudos suplementares, com a inclusão da torta de macaúba na dieta de caprinos.

**CAPITULO 4 - AVALIAÇÃO DA INCLUSÃO DA TORTA DE MACAÚBA
[*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart] SOBRE OS PARÂMETROS
RUMINAIS E MICROBIOTA RUMINAL DE CAPRINOS**

RESUMO

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura do Campus de Montes Claros da Universidade Federal de Minas Gerais, Norte de Minas, objetivando avaliar os efeitos de diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba (*Acrocomia aculeata*) sobre os parâmetros ruminais e microbiota ruminal de caprinos. Foram utilizados oito caprinos machos castrados, sem raça definida, portadores de fístulas ruminais e dispostos em dois quadrados latinos de 4x4. Os tratamentos testados foram quatro dietas com diferentes níveis de torta de macaúba. Para análises macroscópicas, físico-químicas e microbiológicas foram coletadas alíquotas de 50 ml do suco ruminal de cada animal. Logo após a coleta, foram realizadas as análises macroscópicas e avaliações do potencial de redução do azul de metileno (PRAM) e o pH. Amostras foram congeladas, para a determinação posterior do nitrogênio amoniacal e outras alíquotas para a avaliação microbiológica, foram separadas e conservadas, conforme metodologia para cada microorganismo. Os parâmetros macroscópicos e o PRAM estiveram dentro da normalidade. A inclusão da torta de macaúba nas dietas não influenciou o pH e o N-NH₃; mas esses foram fisiologicamente influenciados pelo tempo de amostragem, após as refeições. A inclusão de torta de macaúba até o nível de 5% não alterou o número de protozoários no líquido ruminal. Nas dietas com 10 e 15% de inclusão, houve um aumento significativo na concentração de médios protozoários no rúmen dos caprinos. O perfil das populações de protozoários foi alterado em dois dos dezessete gêneros detectados. Conclui-se que a inclusão de até 15% da torta de macaúba não alterou a normalidade das características físico-químicas das amostras do suco ruminal, reduziu significativamente a detecção de fungos monocêntricos e aumentou as populações de médios protozoários do rúmen.

Palavras-chave: *Acrocomia aculeata*. Subproduto. Amônia. Ph. Pequenos ruminantes. Rúmen. Semi-Árido. Parâmetros ruminais. Microbiota.

CHAPTER 4 - EVALUATION OF MACAUBA (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart) CAKE INCLUSION ON RUMINAL PARAMETERS AND RUMINAL MICROBIOTA IN GOATS

ABSTRACT

This trial was carried out in the goat sector of the Universidade Federal of Minas Gerais, *campus* of Montes Claros, located in the North of the State of Minas Gerais. It was aimed at evaluating the inclusion effects of macauba (*Acrocomia aculeata*) cake over ruminal parameters and ruminal microbiota in goats. Eight castrated adult male goats of indefinite breed, with rumen fistulas, were used for the study; they were placed in two Latin squares (4x4). The treatments tested were four diets with different levels of macauba cake. Samples of 50 ml of rumen juice from each animal were collected for performing microbiological physico-chemical and macroscopic analyses. Right after collecting, macroscopic analyses and evaluations of the reduction potential of methylene blue (RPMB) and pH were carried out. Samples were frozen for posterior determination of ammonia, and other samples were set apart and kept for microbiological evaluation according to the methods for each microorganism. The macroscopic parameters and RPMB were within normal limits. The inclusion of macauba cake in the diets influenced ($P>0,05$) neither pH nor $N-NH_3$; however, they were physiologically influenced ($P<0,05$) by time sampling after intake. Inclusion of macauba cake up to a 5% level did not alter the number of protozoans in the ruminal fluid. In diets with inclusion of 10 and 15% there was a significant increase of the concentration of middle protozoans in the rumen of the goats. There was no alteration in the profile of the protozoan population. There was a significant reduction ($P<0,05$) of detection of monocentric fungi in the 15% level of inclusion of macauba cake in the diet; for polycentric ones there was not a difference ($P>0,05$). It is concluded that the inclusion level of up to 15% of macauba cake did not alter the normality of the physicochemical characteristics of samples of ruminal fluid; such inclusion level reduced significantly the detection of polycentric fungi and increased the populations of rumen middle protozoans.

Key words: *Acrocomia aculeate*. Subproduct. Ammonia. PH. Small ruminants. Rumen. Semi-arid. Ruminal parameters. Microbiota.

1 INTRODUÇÃO

O estudo da nutrição animal tem avançado de forma significativa, principalmente em investigações sobre o metabolismo no rúmen. Essas investigações são de vital importância para a elaboração de trabalhos que visem ampliar a utilização de fontes alimentares menos competitivas para o homem (SILVA, 2005b).

A busca de alternativas alimentares para os ruminantes é muito importante principalmente no semi-árido, região esta carente de oferta de alimentos na maior parte do ano. Nesse contexto, os subprodutos do beneficiamento da macaúba podem assumir importante papel. Na literatura, não há trabalhos sobre esse uso, sendo importante conhecer possíveis fatores tóxicos presentes no mesmo. Apesar de sua importância para os povos do cerrado, não há, na literatura, trabalhos sobre a utilização da torta de macaúba como recurso alimentar para as diferentes espécies animais. Conforme a composição bromatológica, esse resíduo apresenta baixo teor de proteína e alto teor de fibra e de energia.

Análises preliminares da torta de macaúba realizadas no Laboratório de Bromatologia do ICA/UFMG indicam que, teoricamente, a torta de macaúba pode ser aproveitada na alimentação de ruminantes, em função do alto teor de extrato etéreo da mesma. Entretanto, devido a esse alto teor de extrato etéreo, a torta de macaúba necessita de estudos mais aprofundados, para que esse subproduto possa ser recomendado. São necessárias avaliações dos efeitos da inclusão da torta da macaúba, principalmente sobre os parâmetros ruminais e microbiota ruminal, uma vez que o excesso de óleo pode comprometer a fermentação ruminal e, conseqüentemente, o desempenho dos animais.

Além disso, de acordo com Lallo *et al.* (2003), o estômago dos ruminantes apresenta processos fisiológicos em um sistema biológico complexo. Alguns desses processos digestivos não são totalmente conhecidos e quantificados, dificultando a escolha do alimento a ser utilizado, assim como a formulação de rações. Portanto, é fundamental o conhecimento da participação dos microrganismos ruminais na degradação

de vários nutrientes, oriundos de alimentos com distintas características nutricionais.

Os ruminantes apresentam grande potencial de utilização de alimentos de baixa qualidade, graças à sua condição de manutenção de um ambiente propício à sobrevivência dos microrganismos no rúmen e retículo. Assim, é importante caracterizar a intensidade da atuação microbiana sobre diferentes nutrientes dos alimentos e ou dietas oferecidas aos animais, com a finalidade da utilização mais eficiente de subprodutos da agricultura e da agroindústria (HOOVER; STOKES, 1991³²; SOUZA FILHO, 1995; SILVA, 2005b; WERNERSBACH FILHO *et al.*, 2006³³).

³² <http://jds.fass.org/cgi/content/abstract/74/10/3630>

³³ http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982006000400039&script=sci_arttext

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba sobre os parâmetros ruminais e microbiota ruminal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e data

O experimento foi conduzido nas dependências do Setor de Caprinocultura do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, em Montes Claros, no período de maio a agosto de 2007. A cidade de Montes Claros está situada na região Norte, no semi-árido mineiro.

3.2 Ensaio

Este trabalho constou de um ensaio, onde foram utilizados 8 caprinos adultos, machos, castrados, sem padrão racial definido, portando cânulas ruminais permanentes. Os animais foram oriundos de sistemas extensivos de produção da própria região, com peso vivo médio inicial em torno de 35 kg. O delineamento experimental utilizado foi de 2 (dois) quadrados latinos 4x4. O experimento teve uma duração de 84 dias, divididos em quatro períodos de 21 dias. Desses 14 dias foram para a adaptação da microbiota ruminal à dieta e 7 dias, para a coleta de dados.

3.3 Alimentos e dietas

As dietas foram elaboradas na forma de uma ração total (silagem + concentrado), balanceadas de acordo com as recomendações do NRC (1981), para um ganho estimado de 100 g/dia. A sua formulação, a composição químico-bromatológica e da torta de macaúba estão descritas no capítulo 2.

3.4 Manejo experimental

Os animais foram identificados, vermifugados, vacinados contra clostridioses e sorteados nos diferentes tratamentos. Foram alojados em baias individuais, providas de comedouros e de bebedouros. Os animais

receberam água *ad libitum* e uma suplementação (dieta total), oferecida em dois tratos diários: pela manhã (8:00h) e a tarde (16:00h), durante todo o experimento. No fornecimento da dieta, o concentrado e o volumoso foram misturados manualmente no comedouro.

Durante o período de coleta, as dietas foram fornecidas, procurando-se manter as sobras em torno de 10 a 20% do total oferecido. O controle do peso dos animais foi feito por meio de pesagens a cada 21 dias (na mudança das dietas), para ajustes nas quantidades da silagem e do concentrado oferecido.

3.5 Análises físicas, químicas e microbiológicas

No primeiro dia do período experimental, foram coletadas amostras do líquido ruminal, por meio das fístulas. Nas amostras coletadas, foram avaliados os efeitos da torta de macaúba sobre os parâmetros ruminais.

Para as análises macroscópicas e físicas do líquido ruminal, foi coletada uma amostra de cada animal para cada tratamento, ou seja, em cada período foram coletadas oito amostras. O experimento contou com quatro períodos, totalizando no final do experimento 32 amostras.

Foram realizadas análises físicas: odor, cor, viscosidade, sedimentação (TAS) e flutuação. Análises químicas: pH, N- NH₃ e Potencial de redução do azul de metileno (PRAM) e análises microbiológicas: pesquisa de fungos (exame direto) e contagem e identificação de protozoários.

Para traçar uma curva de pH e de nitrogênio amoniacal, foram feitas as colheitas das amostras do líquido ruminal antes da alimentação e de duas em duas horas, durante um período de oito horas. Tais amostragens foram realizadas ao longo do dia no tempo 0 (imediatamente antes da alimentação) e a cada duas horas (2, 4, 6, 8) após o arraçoamento, para estabelecer as curvas quantitativas.

Foram coletados, por meio da fístula ruminal, aproximadamente, 50 ml de líquido, procedendo-se à imediata determinação do pH, em potenciômetro digital. Após a leitura, foi separada uma alíquota de 20 ml na qual foi adicionada 0,5 ml de solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 50%, armazenada

a -5°C, para determinação posterior das concentrações de N-NH₃. As concentrações de N-NH₃ nas amostras do líquido ruminal filtrado foram determinadas mediante destilação com hidróxido de potássio 2N, conforme técnica de Fenner (c1965), adaptada por Vieira (1980).

Para as demais análises, foram coletadas amostras apenas na primeira coleta (zero hora). A primeira amostra (zero hora) foi coletada antes do arraçoamento matinal (08h00min). O arraçoamento vespertino ocorreu após a última coleta (oito horas).

As análises dos aspectos físicos e da prova de redução do azul de metileno (PRAM) foram realizadas logo após a colheita e interpretadas de acordo com os parâmetros propostos por Dirksen (1993).

Foram coletadas ainda amostras para análises da microbiota ruminal. Para essas análises, foram colhidas amostras de 20 ml, por meio de pipetas estéreis, homogeneizadas, filtradas em camadas de gaze e preservadas conforme metodologia de análise para cada microorganismo.

Alíquotas de 1,0 ml foram transferidas para tubos contendo 9,0 ml de formaldeído a 10%, para a conservação dos protozoários. Posteriormente, foram realizadas diluições sucessivas em solução salina, para a determinação do número de protozoários. O líquido coletado foi examinado em câmara de *Sedgewick*. A proporção de pequenos, médios e grandes protozoários foi determinada após a visualização em microscópio óptico, utilizando-se a objetiva de 10X (DIRKSEN, 1993; FRANZOLIN *et al.*, 2000c). A identificação desses protozoários foi feita com essa mesma solução, em lâminas simples, sendo uma gota da solução 10⁻¹ e uma gota de solução de lugol para fazer a coloração e facilitar a visualização no microscópio Dehority (1984)³⁴, adaptado por D'Agosto e Carneiro (1999 *citado por* SALVIO, D'AGOSTO, 2001)³⁵.

Para a detecção de fungos do rúmen, alíquotas de dois mililitros do conteúdo ruminal, foram transferidas para tubos de ensaio contendo 15 ml de solução de KOH a 10%. Os tubos foram incubados durante uma hora em estufa a 90°C. O sobrenadante foi removido e os resíduos foram

³⁴ <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=240360>

³⁵ http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0102-09352001000600013&script=sci_arttext

neutralizados com 10 ml de uma solução 0,02N de HCL, durante um a dois minutos. Após ser desprezada a solução ácida, os resíduos de cada tubo foram transferidos para tubos contendo 15 ml de uma solução de lactoglicerol com azul de metileno a 0,05% (CHAUDHRY, 2000).

O conteúdo foi analisado em um microscópio estereoscópio com aumento de 40X. As partículas que demonstraram a presença de esporângios, de hifas e de rizóides de fungos foram transferidas e montadas em lâminas com lactoglicerol e examinadas sob a luz da microscopia óptica, com aumento de 1000 vezes (CHAUDHRY, 2000).

3.6 Análises estatísticas

O delineamento experimental adotado foi o quadrado latino múltiplo, com quatro animais e quatro períodos. Os oito animais formaram dois quadrados 4 x 4, que se desenvolveram simultaneamente, cada um deles com os quatro tratamentos propostos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, de acordo com o seguinte modelo:

$$y_{ijksu} = \mu + T_i + A_j + P_k + Q_l + R_s + T_i \times R_s + e_{ijkl}$$

em que: y_{ijk} = variável dependente (pH, N-NH₃);

μ = média geral;

T_i = efeito dos diferentes níveis de inclusão da torta da macaúba nas dietas; (i = 0, 5, 10, 15);

A_j = efeito dos animais (j = 1 a 8);

P_k = efeito do período (k = 1 a 4);

R_s = Tempo;

$T_i \times R_s$ = Trat * tempo;

Q_l = efeito dos quadrados latinos (l = 1 a 2);

e_{ijkl} = erro experimental;

Para a análise estatística do pH, N-NH₃, potencial de redução do azul de metileno, contagem e identificação de protozoários, em função dos tratamentos e também em função do tempo após alimentação, foi utilizado o SAEG, 2007. As médias foram comparadas pelo teste de *Cut Knott*, adotando-se o nível de 5% de significância.

Os dados obtidos de pH e de N-NH₃ (variáveis dependentes) nos tempos após a alimentação (variável independente) foram submetidos à análise de regressão não linear de *Gauss-Newton*, aplicando-se o programa SAEG, 2007.

A detecção de fungos monocêntricos e policêntricos foi analisada estatisticamente pelo Teste do Qui-quadrado. Valores de significância ($P < 0,05$) foram considerados significativos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A TABELA 1 ilustra as análises macroscópicas e físicas do líquido ruminal de caprinos alimentados com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba nas dietas.

TABELA 1

Medida geral das análises macroscópicas e físicas do líquido ruminal de caprinos alimentados com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba nas dietas

Variáveis	N° Amostras	%	Valores de referência Dirksen (1983)
Cor	-	-	Castanho oliva ou verde
castanho oliva ou verde	22	68,7	-
castanho escuro ou verde	10	31,3	-
Odor	-	-	Aromático
Aromático	31	96,9	-
Inodoro	01	3,1	-
Viscosidade	-	-	Espessa
Espessa	17	53,1	-
levemente espessa	14	43,8	-
Espumosa	01	3,1	-
TSF¹ (minutos)	-	-	4-8 minutos
4 - 8 minutos	32	100	-

TSF¹: Tempo de sedimentação e flutuação

Não houve efeito dos tratamentos ($P < 0,05$) nas análises macroscópicas e físicas do líquido ruminal de caprinos alimentados com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba nas dietas. Em se considerando 32 amostras totais e quatro parâmetros têm-se um total de 128 resultados esperados. Desses, apenas dois saíram da normalidade, consequentemente, 98,4% estavam dentro dos padrões de normalidade quanto à cor, ao odor, à viscosidade e ao Tempo de Sedimentação e Flutuação - TSF (DIRKSEN, 1993).

Com relação à cor, 22 amostras apresentaram cor castanho oliva e 10 castanho escuro, sendo que todas as 32 estavam dentro dos parâmetros normais, ou seja, 100% estavam dentro da faixa considerada normal.

Ao ser avaliado o odor, apenas uma amostra não se apresentou aromática, mas mesmo para esse animal que saiu da normalidade quanto ao

odor, todos os outros parâmetros estavam dentro da normalidade. O animal que apresentou essa amostra inodora estava no tratamento 5.

Em se observando os resultados encontrados para viscosidade, 17 amostras estavam espessas, 14 amostras levemente espumosas e apenas uma espumosa. A amostra que apresentou viscosidade espumosa estava no tratamento 10, mas também todos os outros parâmetros para essa amostra estavam dentro da normalidade.

Para todas as amostras nos diversos tratamentos, o tempo de sedimentação e de flutuação (TSF) estava dentro de parâmetros normais.

Na TABELA 2 são apresentados os valores médios relativos ao potencial de redução pelo azul de metileno (PRAM) ruminal, em função dos tratamentos (dietas).

TABELA 2
Potencial de redução pelo azul de metileno (PRAM), em função dos tratamentos (dietas)

Tratamento	Tempo de redução (minutos)
T0	3,50A ¹
T5	2,88A
T10	3,13A
T15	3,88^A

Coefficiente de Variação CV=52,04%

1 - As médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de *Cut Knott* a 5% de probabilidade.

T0 – 0,00% de inclusão da torta de macaúba (controle).

T5– 5 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 12,34 % de inclusão no concentrado.

T10 – 10 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 22,64 % de inclusão no concentrado.

T15 – 15 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 30,63 % de inclusão no concentrado.

Não houve influência ($P>0,05$) da adição da torta de macaúba nas dietas sobre o potencial de redução do azul de metileno, conseqüentemente, sobre a atividade da microbiota ruminal. Os valores encontrados neste trabalho foram semelhantes aos descritos por Dirksen (1982), que, em caso de digestão muito ativa, se descolore mediante o azul de metileno em 3 minutos; quando a atividade é moderada, em 6 minutos. E se a descoloração requer mais tempo, indica que a atividade do fluido ruminal esta diminuída, o que normalmente ocorre na acidose. Esses valores evidenciam que a adição da torta de macaúba na dieta não prejudicou a atividade da microbiota ruminal.

A microbiota ruminal nos tratamentos estudados continuou extremamente ativa, mesmo na presença da quantidade máxima da torta de macaúba existente no tratamento 15.

SILVA *et al.* (1994 citado por Dantas *et al.*, [2008?])³⁶, estudando o tempo de redução do azul de metileno, em caprinos no sistema de pastagem, encontraram um valor médio de 6,21 minutos. No entanto, Donato *et al.* (1999 citado por Dantas *et al.*, [2008?])³⁶ trabalhando com a mesma espécie e utilizando duas dietas diferentes, encontraram um tempo de redução do azul de metileno de 1,7 e 2,9 minutos, para as dietas com capim elefante e concentrado, respectivamente.

Figueiredo *et al.* (2000)³⁷ encontraram valores de PRAM para caprinos mantidos em pastagens artificiais e em vegetação da caatinga na época seca e chuvosa, variando entre 1,1 a 3,6 minutos. Em outro experimento, Souza e Barcellos (1993) relatam que o tempo de redução do azul de metileno de ovinos criados em regime de pastagem foi de 3 minutos.

Não houve efeito da inclusão da torta de macaúba sobre o pH ruminal em nenhum dos tempos avaliados. Na FIGURA 1, está apresentada a equação do pH ruminal, em função do tempo após a alimentação.

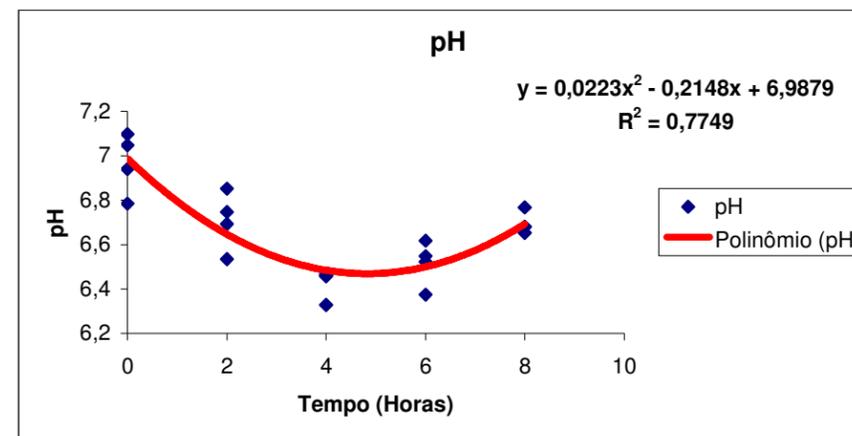


FIGURA 1 – Curva do pH ruminal em função do tempo após o fornecimento da alimentação, de caprinos alimentados com dietas, com diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba

³⁶ http://www.agronline.com.br/agrociencia/pdf/public_49.pdf

³⁷ http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-9596200000500012

O pH do líquido ruminal não foi influenciado pelos níveis de inclusão da torta da macaúba, mas foi influenciado ($P>0,05$) pelo tempo após a alimentação. O pH atingiu o seu ponto mínimo(6,46) no tempo 4,81 horas após a alimentação.

Flutuações no pH do rúmen refletem as variações nas quantidades dos ácidos orgânicos que acumulam no conteúdo ruminal e da quantidade de saliva que é produzida. Dessa maneira, o pH ruminal geralmente atingirá o nível mais baixo de duas a seis horas após a alimentação, dependendo da natureza da dieta e da rapidez com que é ingerida. Desse modo, dietas com grandes quantidades de amido ou carboidratos solúveis resultariam em valores de pH baixo, ao passo que em dietas com preponderância de celulose e outros carboidratos que são metabolizados vagarosamente, a queda do pH não seria tão acentuada (COALHO *et al.*, 2003).

Neste experimento, o ponto mínimo de pH para as diferentes dietas foi quatro horas após a alimentação, semelhante ao comportamento do pH encontrado por Franzolin *et al.* (2000b) para búfalos alimentados com 33 e 66% de polpa cítrica, em substituição ao milho.

O pH do líquido ruminal sempre esteve acima do limite crítico 6, 2, estabelecido por Orskov (1988) para o crescimento de bactérias celulolíticas, indicativo da manutenção de boas condições do ambiente ruminal para eficiente processo fermentativo e mostrando ainda que as duas refeições diárias foram suficientes para manter um adequado ambiente ruminal.

A inclusão da torta de macaúba nas dietas não influenciou ($P>0,05$) a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal entre as diferentes dietas, considerando-se o mesmo tempo de avaliação.

Pode-se observar comportamento quadrático em todas as dietas para o N amoniacal do líquido ruminal (FIGURA 2). Inicialmente, os valores se elevaram, devido à rápida degradação ruminal da dieta, voltando posteriormente aos valores iniciais. O N-NH₃ atingiu o seu ponto máximo 30,52 no tempo 2,48 horas após alimentação.

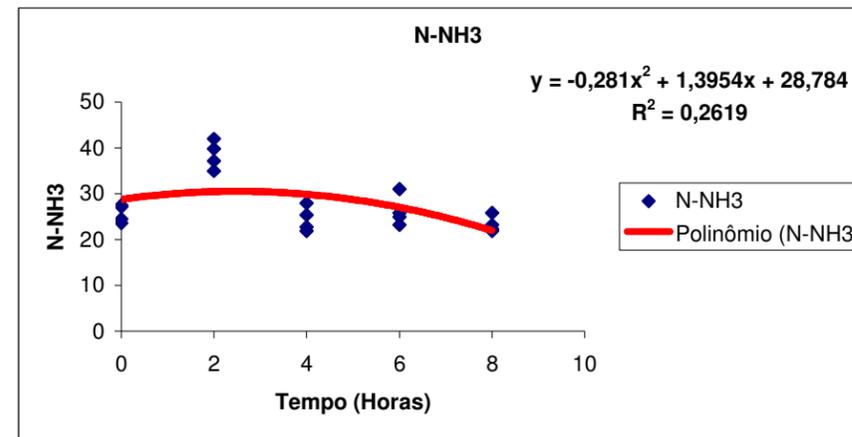


FIGURA 2 - Concentração de N-NH₃ no fluido ruminal de acordo com o tempo após o fornecimento da alimentação

Ítavo *et al.* (2000)³⁸, ao avaliarem a silagem de bagaço de laranja para ovinos e Vieira (2006) trabalhando com adição de fibra em dietas contendo palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) para caprinos, também encontraram comportamento quadrático para a equação de regressão do N-NH₃.

Porcinato *et al.* (2004)³⁹, trabalhando com bovinos alimentados com polpa cítrica peletizada, encontraram pico de nitrogênio amoniacal duas horas após alimentação, semelhante ao descrito neste experimento. Esses autores atribuíram o resultado encontrado à solubilidade das fontes protéicas.

Arcuri *et al.* (2004), ao avaliarem bovinos alimentado com capim-elefante maduro acrescido de uréia, também encontraram picos de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) duas horas após a alimentação das novilhas.

Os resultados médios encontrados neste estudo foram superiores aos encontrados por Satter e Slyter (1974)⁴⁰, de 5 a 8 mg/100 ml, acima ainda dos níveis relatados por Leng (1990), de 10 e 20 mg/100 ml e dos recomendados por Mehrez e Orskov (1977), que seriam 23,5 mg/100 ml de líquido ruminal para o máximo crescimento microbiano. Em nenhum momento, os valores médios obtidos (acima de 25,0 mg/100 ml de líquido

³⁸ http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-3598200000500030

³⁹ <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982004000100030&script>

⁴⁰ <http://www.garfield.library.upenn.edu/classics/1989/A1989U309600001.pdf>

ruminal) foram inferiores aos sugeridos por esses autores.

As concentrações médias de N-NH₃ (entre 23,0 e 38,0 mg/100ml de líquido ruminal) foram superiores às encontradas por Souza Filho (1995), utilizando semente de maracujá na alimentação de ovinos, que ficaram em torno de 6,5 mg/100 ml de líquido ruminal.

De acordo com Guimarães *et al.* (2001)⁴¹, a degradabilidade ruminal da proteína dietética leva à conversão da mesma até amônia. Quanto maior for a degradabilidade da proteína da dieta, maior será a produção de amônia ruminal. Neste experimento, os menores valores para o pH ocorreram nos tempos entre 2 e 6 horas após a alimentação, sendo que o pico máximo dos valores encontrados para o N amoniacal estão dentro dessa faixa, o que sugere rápida degradação da dieta, provavelmente, devido à rápida velocidade de degradação da fração protéica do alimento em questão.

Os resultados dos exames diretos de fungos monocêntricos e policêntricos do rúmen de caprinos alimentados com diferentes níveis de torta de macaúba estão descritos na TABELA 3.

TABELA 3

Detecção por exame direto de fungos monocêntricos e policêntricos do rúmen de caprinos alimentados com diferentes níveis de torta de macaúba

Tratamentos	Fungos monocêntricos ¹			Fungos policêntricos ²		
	Detectado	Não detectado	Total	Detectado	Não detectado	Total
T0	4	4	8	2	6	8
T5	6	2	8	5	3	8
T10	2	6	8	4	4	8
T15	0	8	8	4	4	8
Total	12	20	32	15	17	32

1- Qui-quadrado =10,67 e p=0,0137

2- Qui-quadrado =2,38 e p=0,497

T0 – 0,00% de inclusão da torta da macaúba (controle)

T5– 5 % de inclusão da torta da macaúba na dieta total ou 12,34 % de inclusão no concentrado.

T10 – 10 % de inclusão da torta da macaúba na dieta total ou 22,64 % de inclusão no concentrado.

T15 – 15 % de inclusão da torta da macaúba na dieta total ou 30,63 % de inclusão no concentrado.

⁴¹ <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n3/5260.pdf>

Do total de 32 exames realizados ao longo do experimento, 23 (71,88%) amostras foram positivas para fungos ruminais. Dessas 32 amostras, em doze (37,5%) foram detectados fungos monocêntricos e em 15 delas, fungos policêntricos (46,88%). Esses dados demonstram a importante participação desses microrganismos na microbiota ruminal dos caprinos.

Segundo Kamra (2005), esses fungos são comumente encontrados no ecossistema microbiano ruminal de ovinos e caprinos e têm uma ativa participação na degradação das fibras, secretando diferentes enzimas nesse processo. São conhecidas algumas enzimas produzidas pelo *Neocallimastix (N.) fontalis*, que são responsáveis pela degradação da fibra: celulose, α -amilase, xilanase, β -glicosidase.

Neste estudo, os resultados indicaram que as dietas com inclusão de até 10% da torta de macaúba não influenciaram nas taxas de detecção dos fungos ruminais dos caprinos avaliados. Entretanto, em relação aos fungos monocêntricos (TABELA 3), como os do gênero *Neocallimastix* spp., houve redução significativa ($p=0,0137$) na taxa de detecção entre os tratamentos utilizados, onde estruturas com suas características não foram detectadas para nenhum dos animais, quando estavam alimentados com 15% da torta de macaúba.

Neste momento, não se pode explicar o porquê da não detecção dos fungos monocêntricos ao ser incluída 15% da torta de macaúba na dieta. Ocorre em função da insuficiência de estudos sobre o comportamento desses fungos.

Já em relação aos fungos policêntricos como os dos gêneros *Orpinomyces* e *Anaeromices* spp não houve influência da adição da torta de macaúba, mesmo no nível máximo (15%) sobre as taxas de positividade no exame direto ($p=0,497$) (TABELA 3).

Os efeitos dos diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba sobre a contagem média de protozoários ruminais ($\times 10^5/\text{ml}$) e coeficiente de variação (CV) estão descritos na TABELA 4.

TABELA 4

Efeito de diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba sobre a contagem média de protozoários ruminais ($\times 10^5/\text{ml}$) e coeficiente de variação (CV)

Protozoários	Tratamentos (Diets)				CV(%)
	T0	T5	T10	T15	
Pequenos	5,4 ^a	5,96 ^a	5,92 ^a	6,53 ^a	32,94
Médios	1,96 ^a	2,13 ^a	2,78 ^b	2,81 ^b	44,08
Grandes	0,92 ^a	1,02 ^a	1,29 ^a	1,39 ^a	38,82
Total	8,28^a	9,10^a	9,99^a	10,72^a	20,98

Os dados foram transformados (Log x) para as análises estatísticas.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% pelo teste *Scott-Knott*.

T0 – 0,00% de inclusão da torta de macaúba (controle).

T5– 5 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 12,34 % de inclusão no concentrado.

T10 – 10 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 22,64 % de inclusão no concentrado.

T15 – 15 % de inclusão da torta de macaúba na dieta total ou 30,63 % de inclusão no concentrado.

No ecossistema ruminal, os protozoários têm demonstrado significativa redução em suas populações em dietas ricas em óleo (VALINOTE *et al.*, 2005)⁴². Apesar da torta da macaúba ser rica em óleo, à medida que foi sendo incluída na dieta ocorreu uma diminuição do teor de extrato etéreo, ratificando essa afirmação (TABELA 1 no capítulo 2). A explicação para esse comportamento é que o caroço de algodão, alimento que, na maior parte foi substituído nas dietas, possui maior teor de extrato etéreo do que a torta da macaúba.

Por meio da TABELA 4 verifica-se que os protozoários médios aumentaram significativamente ($P < 0,05$) com a inclusão da torta de macaúba, a partir do nível 10% de inclusão. Pode-se observar que, para todos os outros grupos de protozoários, mesmo não sendo significativos, ocorreu uma tendência de aumento, com a inclusão da torta da macaúba. Provavelmente, devido à redução do teor de extrato etéreo pela substituição do caroço de algodão.

As concentrações médias de protozoários desse experimento ($9,5 \times 10^5/\text{mL}$) foram próximas as encontradas por Franzolin e Franzolin (2000a) trabalhando com búfalos e bovinos sob dieta a base de cana de

⁴² <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n4/26415.pdf>

açúcar. Esses autores encontraram valores médios de $4,85 \times 10^5$ /ml para bovinos e $3,82 \times 10^5$ /ml para búfalos.

Na TABELA 5, estão descritos os efeitos das dietas contendo diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba sobre a percentagem de protozoários ruminais por gênero e por tratamento.

TABELA 5
Efeito de diferentes níveis de inclusão da torta de macaúba sobre a percentagem de protozoários ruminais por gênero e por tratamento

Gêneros	Tratamentos (dietas)			
	0	5	10	15
<i>Buetschilia</i> spp.	0,77 ^a	0,37 ^a	0,12 ^a	0,06 ^a
<i>Isotricha</i> spp.	0,55 ^a	0,40 ^a	0,74 ^a	0,79 ^a
<i>Dasytricha</i> spp.	5,17 ^a	4,10 ^a	4,40 ^a	4,80 ^a
<i>Charonina</i> spp.	14,12 ^b	14,79 ^b	28,61 ^a	11,72 ^b
<i>Entodinium</i> spp.	31,02 ^a	22,09 ^b	18,74 ^b	28,80 ^a
<i>Diplodinium</i> spp.	4,29 ^a	4,08 ^a	3,76 ^a	4,20 ^a
<i>Eodinium</i> spp.	15,07 ^a	16,06 ^a	12,96 ^a	18,54 ^a
<i>Eremoplastron</i> spp.	16,01 ^a	23,79 ^a	14,60 ^a	17,27 ^a
<i>Eudiplodinium</i> spp.	0,98 ^a	0,63 ^a	0,00 ^a	2,23 ^a
<i>Diploplastron</i> spp.	2,46 ^a	3,98 ^a	2,20 ^a	1,86 ^a
<i>Polyplastron</i> spp.	3,04 ^a	1,80 ^a	1,11 ^a	1,67 ^a
<i>Ostracodinium</i> spp.	2,29 ^a	1,67 ^a	1,92 ^a	2,19 ^a
<i>Elytroplastron</i> spp.	0,31 ^a	0,00 ^a	0,00 ^a	0,08 ^a
<i>Metadinium</i> spp.	0,45 ^a	0,00 ^a	1,25 ^a	0,54 ^a
<i>Enoploplastron</i> spp.	0,31 ^a	0,92	2,16 ^a	0,58 ^a
<i>Ophyriscilex</i> spp.	0,79 ^a	1,31 ^a	1,42 ^a	1,57 ^a
<i>Epidinium</i> spp.	2,35^a	4,01^a	6,02^a	3,11^a

Foram realizadas transformações radicais (\sqrt{x}) nos dados de porcentagens obtidas.

As médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelos níveis de inclusão da macaúba na dieta, quando comparadas estatisticamente pelo teste de *Cut Knott* a 5% de probabilidade.

Neste experimento para o tratamento controle e para o tratamento com nível máximo de inclusão da torta da macaúba também foi encontrada predominância de *Entodinium* spp. Já o tratamento com inclusão de 5% da torta de macaúba na dieta o gênero *Entodinium* spp. apresentou proporção eqüitativa com o gênero *Eremoplastron* spp., e para o tratamento com 10% de inclusão, ocorreu a predominância do gênero *Charonina* spp.

Segundo Bird *et al.* (1979 citado por Franzolin e Franzolin, 2000c) e Franzolin (1988 citado por Franzolin e Franzolin, 2000c) os ciliados do gênero *Entodinium* spp. representaram cerca de 90% da população de ciliados no rúmen de ovinos alimentados com cana-de-açúcar. Ainda, de acordo com

esses autores, há grande variação na população de protozoários ciliados no rúmen em diferentes espécies de ruminante e mesmo entre animais de uma mesma espécie.

Franzolin *et al.* (2000b), alimentando búfalos com polpa cítrica, em substituição ao milho, encontraram predomínio do gênero *Entodinium spp.* em dietas contendo somente milho ou polpa cítrica no concentrado. Quando se misturaram 33 e 66% promoveu predominância dos protozoários maiores pertencentes à subfamília *Diplodiniinae*.

Coalho *et al.* (2003), estudando protozoários ciliados em bovinos consumindo dietas com diferentes níveis de proteína não degradável no rúmen, constataram que a inclusão de uréia na dieta aumentou a população de ciliados, revelando a predominância do gênero *Entodinium spp.*

De acordo com Franzolin e Franzolin (2000a), vários estudos de protozoologia ruminal têm mostrado a presença de atividades hemicelulolítica e celulolítica nos ciliados, especialmente nos grandes entodiniomorfos. Segundo Orpin e Letcher (1978) os grandes protozoários ciliados colonizam fragmentos da fibra, ingerindo diretamente os tecidos da planta, facilitando a ação de bactérias específicas.

Seqüestro e migração de população de holotríquios formada por ciliados pertencentes aos gêneros *Isotricha* e *Dasytricha* no rúmen têm sido observados em algumas espécies de ruminantes. Isso significa que esses são capazes de se alojarem em nichos específicos no rúmen-retículo após determinado tempo da alimentação, migrando de volta ao interior do conteúdo ruminal, quando o animal reinicia nova alimentação (ABE *et al.*, 1981⁴³; DEHORITY; TIRABASSO, 1989).

Franzolin e Franzolin (2000a) encontraram diferenças nos tempos de amostragens (antes da alimentação e após 40 minutos) para os gêneros *Isotricha* e *Dasytricha*. A concentração média dos holotríquios aumentou quase 50%. Essas observações suportam os resultados de estudos de seqüestro e de migração de ciliados no rúmen. No presente experimento, foi observada uma percentagem baixa de holotríquios, mas como só foi coletada

⁴³ <http://aem.asm.org/cgi/content/abstract/41/3/758>

amostra no tempo zero, não se pode afirmar se houve ou não seqüestro e migração de ciliados no rúmen.

Segundo Williams e Coleman (1992), o ciclo diurno que ocorre nos holotríquios é diferente daquele existente com os entodiniomorfos. À medida que o animal ingere alimentos, ocorre um aumento na concentração de holotríquios, enquanto os entodiniomorfos começam a diminuir. Decorrido um intervalo após a alimentação, os entodiniomorfos começam a aumentar até o animal ser alimentado novamente.

Neste experimento, mesmo no tempo zero (antes da alimentação), a proporção de entodiniomorfos já estava baixa em todos os tratamentos. Entretanto, uma grande diversidade de gêneros pôde ser observada para as diferentes dietas utilizadas, demonstrando equilíbrio no ecossistema ruminal.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se neste estudo, que a inclusão de até 15% da torta de macaúba na dieta não alterou a normalidade das características físico-químicas das amostras do suco ruminal dos animais avaliados e reduziu significativamente a detecção de fungos monocêntricos do rúmen. Quando se incluíram 10 e 15% da torta de macaúba na dieta, aumentou a população de médios protozoários. O perfil das populações de protozoários foi alterado em dois dos dezessete gêneros detectados.

REFERÊNCIAS

ABE, M.; IRIKI, T.; TOBE, N. *et al.* Sequestration of holotrich protozoa in the reticulo-rumen of cattle. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 41, n. 4, p. 758-765, Mar.1981. Disponível em: <<http://aem.asm.org/cgi/content/abstract/41/3/758>>. Acesso em: 30 mar. 2008.

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - ADENE. **Região Semi-árida da área de atuação da SUDENE**. Disponível em: <<http://www.adene.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2007 *apud* HOLANDA JUNIOR, Evandro Vasconcelos. Sistemas de Produção de Pequenos Ruminantes no Semi-árido do Nordeste Brasileiro. In: BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Caprinos**, Sobral, v. 66, nov. 2006. Disponível em: <<http://www.cnpc.embrapa.br/doc66.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

AGROVIGNA. **Cultura**: a cultura da macaúba. 2008. Disponível em: <<http://www.agrovigna.com.br/novo/indexA.php> />. Acesso em: fev. 2008.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

ARAUJO, G. G. L.; ALVES, M. J. Uso de subprodutos na alimentação de caprinos e ovinos. In: SIMPÓSIO DE CAPRINOS E OVINOS DA EV-UFMG, I, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2005. 1 CD-ROM.

ARAÚJO, G. G. L.; MOREIRA, J. N. FERREIRA, M. A. TURCO, S.H.N. SOCORRO, E. P. Consumo voluntário e desempenho de ovinos submetidos a dietas contendo diferentes níveis de feno de maniçoba. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n.1, p. 123-130, jan./jun. 2004.

ARCURI, P. B.; VIDAL, J. M.; LOPES, F.C. F *et al.* Efeito de doses de enxofre na população de fungos do rúmen de bovinos alimentados com capim-elefante maduro mais uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campina Grande, **Anais...** Campina Grande, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 15nd ed. Washington, D. C., 1990. 1141 p.

BARROSO, D. D.; ARAÚJO, G. G. L.; HOLANDA JUNIOR, E. V.; GONZAGA NETO, S.; MEDINA, F. T. Desempenho bioeconômico de ovinos terminados em confinamento alimentados com subproduto desidratado de vitivinícolas associado a diferentes fontes energéticas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 2, p. 192-198, 2007.

BERTIPAGLIA, L. M. A.; ALCALDE, C. R.; SIQUEIRA, G. B. *et al.* Degradação in situ da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de silagens de milho e resíduo da extração do suco de maracujá. **Acta**

Scientiarum, v.22, n.3, p. 765-769, jul. 2000. Disponível em: <www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/viewPDFInterstitial/3190/2244>. Acesso em: 8 set. 2006.

BIRD, S. H.; HILL, M. K.; LENG, R. A. The effects of defaunation of the rumen on the growth of lambs on low-protein-highenergy diets. **British Journal of Nutrition**, v. 42, p. 81-87, 1979 *apud* FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M. H. T. População protozoários ciliados e degradabilidade ruminal em búfalos e bovinos zebuínos sob dieta à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1853-1861, Nov./ Dec. 2000a. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982000000600034>. Acesso em: 9 mar. 2008.

BORGES, I.; ROGERIO, M. C. P.; SILVA, A. G. M.; *et al.* Degradabilidade "in situ" da matéria seca e frações fibrosas do subproduto do maracujá e do capim elefante em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...**, Goiânia: SBZ, 2005. Disponível em: <<http://www.neef.ufc.br/asbz0524.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2008.

BURGI, R. Uso de resíduos agrícolas e agroindustriais na alimentação de bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2000. p. 153-162.

CARDOSO FILHO, V. **Fonte direta**. Montes Claros: Associação de Produtores Rurais de Riacho D'antas e Adjacências, 2006.

CARDOSO FILHO, V. **Fonte direta**. Montes Claros: Associação de Produtores Rurais de Riacho D'antas e Adjacências, 2008.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F. *et al.* Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 39, n.9, p. 919-925, set. 2004.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F. *et al.* CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F. *et al.* Degradabilidade ruminal de concentrados e subprodutos agroindustriais. **Archivos de Zootecnia Espana**, v. 55, n. 202, p. 397-400, dic. 2006a. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/495/49521209.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2008.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M. *et al.* Desempenho e digestibilidade de ovinos alimentados com farelo de cacau (*Theobroma cacao L.*) em diferentes níveis de substituição. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 2, p. 115-122, abr./jun. 2006b. Disponível em: <<http://revistas.ufg.br/index.php/vet/article/viewFile/403/378>>. Acesso em: 31 mar. 2008.

CHAUDHRY, A. S. Rumen degradation in sacco in sheep of wheat straw treated with calcium oxide, sodium hydroxide and sodium hydroxide plus hydrogen peroxide. **Animal Feed Science and Technology**, v. 83, p. 313-323, 2000.

CIPRIANO, R. Descobrimos o poder da macaúba. In: BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Sobral, abr. 2006. Disponível em: < <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2006/foldernoticia.2006-04-03.3722359657/noticia.2006-04-26.0919750710/?searchterm=Descobrimos%20o%20poder%20da%20macaúba>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

CLEMENT, C. R.; LLERAS PEREZ, E; VAN LEEUWEN, J. O potencial das plantas tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociências**, Montevideu, v. 9, n.1/2, p. 67-71, 2005. Disponível em: <www.inpa.gov.br/cpca/charles/pdf/agrociencias_clement-et-al_2005.pdf>. Acesso em: 1 jan. 2007.

COALHO, M. R.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; CUNHA, J. A.; LIMA, C. G. Estudo dos protozoários ciliados em bovinos consumindo dietas com diferentes níveis de proteína não degradável no rúmen. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 193-199, 2003.

CORREIA, M. X. C. COSTA, R. G. DA SILVA, J.H. V. *et al.* Utilização de resíduo agroindustrial de abacaxi desidratado em dietas para caprinos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1822-1828, 2006. Suplemento.

CUNHA, J. A.; MELOTTI, L.; LUCCI, C. S. Degradabilidade no rúmen da matéria seca e da proteína do caroço integral e do farelo de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) pela técnica dos sacos de náilon in situ com bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 35, n. 2, p. 96-100, 1998. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-95961998000200010>. Acesso em: 31 mar. 2008.

D'AGOSTO, M.; CARNEIRO, M. E. Evaluation of lugol solution used for counting rumen ciliates. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, p. 725-729, 1999 *apud* SALVIO, G. M. M.; D'AGOSTO, M. Ciliados nas cavidades do estômago de bovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 6, dez. 2001. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352001000600013&script=sci_arttext>. Acesso em: 31 mar. 2008.

DEHORITY, B. A. Evaluation of subsampling and fixation procedures used for counting rumen protozoa. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 48, p. 182-185, July. 1984. Disponível em: < <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=240360>>. Acesso em: 31 mar. 2008

DEHORITY, B. A.; TIRABASSO, P. A. Factors affecting the migration and sequestration of rumen protozoa in family Isotrichiidae. **Journal of General Microbiology**, v. 135, n. 3, p. 539-548, 1989.

DIRKSEN, G. Sistema digestivo. In: DIRKSEN, G., GRÜNDER, H. D., STÖBER, M. (Ed.). **Rosenberger: exame clínico dos bovinos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. Cap. 7, p. 167-169.

DIRKSEN, G.U. **Indigestiones em el bovino**. Konstanz: Schnetztor-Verlag GMBH, 1982. 73 p.

DONATO, I. N.; SOARES, P. C.; BATISTA, E. P. *et al.* Aspectos físico químico do fluido ruminal de caprinos recebendo dietas compostas de vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* D. C.) e capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) em diferentes proporções. **Ciência Veterinária Tropicais**. Recife, v.2, n.1, p. 01-06, 1999 *apud* DANTAS, M. O.; BRAZ, J. R. B.; BRITTO, L. H. R. *et al.* **Cinética ruminal de ovinos alimentados com cactáceas e bromélias do semi-árido paraibano**. Paraíba: UFBA, [2008?]. p. 1-18. Projeto. Disponível em: < http://www.agronline.com.br/agrociencia/pdf/public_49.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2008.

EVANGELISTA, A. R.; SALES, E. C. J.; TEIXEIRA, J. C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1281-1288, nov./dez. 2002.

FENNER, H. Method for Determining Total Volatile Bases in Rumen Fluid by Steam Distillation. **Journal of Dairy Science**, v. 48, n. 2, p. 249-251, c1965.

FIGUEIREDO, M. P.; QUADROS, D. G.; CRUZ, J. F. Acidez total titulável, pH e tempo de redução do azul de metileno no fluido ruminal de caprinos mantidos em pastagens artificiais, exclusiva de gramíneas, ou em caatinga. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 37, n. 5, ago. 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-95962000000500012>. Acesso em: 31 mar. 2008.

FRANZOLIN, M. H. T. **Efeitos da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) sobre os protozoários ciliados, número de revoluções ruminais e volume do rúmen, em ovinos**. 1988. 48 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 1988 *apud* FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M. H. T. População Protozoários Ciliados e Degradabilidade Ruminal em Búfalos e Bovinos Zebuínos sob Dieta à Base de Cana-de-Açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1853-1861, Nov./Dec. 2000a. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982000000600034>. Acesso em: 9 mar. 2008.

FRANZOLIN, M. H. T., LUCCI, C. S., FRANZOLIN, R. Efeitos de rações com níveis crescentes de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho

sobre a população de protozoários ciliados no rúmen de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 1452-1457, 2000c.

FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M. H. T. População Protozoários Ciliados e Degradabilidade Ruminal em Búfalos e Bovinos Zebuínos sob Dieta à Base de Cana-de-Açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1853-1861, Nov./ Dec. 2000a. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982000000600034>. Acesso em: 9 mar. 2008.

FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M. H. T.; GOMIDE, C. A. *et al.* Efeitos de dietas com polpa cítrica em substituição ao milho em grãos no concentrado sobre degradabilidade e a fauna ruminal em bufalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2109-2118, 2000b. Suplemento 1.

FRUITS from America: an ethnobotanical inventory *Acrocomia aculeata*. Disponível em: <http://www.ciat.cgiar.org/ipgri/fruits_from_americas/frutales/Acrocomiaaculeata.htm> Acesso em: 8 set. 2006.

GARCIA, R. Casca de café em dietas de carneiros: consumo e digestibilidade. 2004. In: MONOGRAFIAS.COM S.A. **Veterinária**: trabalhos. Disponível em: http://br.monografias.com/trabalhos2/casca-cafe-carneiros/casca-cafe-carneiros.shtml#_Toc153189633. Acesso em: 2 de fev. 2008.

GOMES, J. A. F.; LEITE, E. R. RIBEIRO, T. P. Alimentos e alimentação de ovinos e caprinos no semi-árido brasileiro. In: BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Caprinos**, Sobral, v. 67, ago. 2007. Disponível em: <<http://www.cnpc.embrapa.br/doc66.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

GONÇALVES, J. S. **Biodiesel**: uma nova opção. In: INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA. São Paulo, 2004. Disponível em: <www.iea.sp.gov.br>. Acesso em: 25 de maio de 2008.

GUARIN NETO, G.; MORAIS, R. G. Recursos medicinais do cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico. **Acta botânica brasileira**, v.17, n.4, p. 561-584, out./ dez. 2003.

GUIMARÃES, K. C.; BRANCO, A. F.; ZEOULA, L. M. *et al.* Efeito do Período Experimental sobre a Fermentação Ruminal e Eficiência de Síntese Microbiana em Bovinos Alimentados com Dois Níveis de Volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 880-887, 2001. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n3/5260.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2008.

HASHIMOTO, J. H.; ALCALDE, C. R.; ZAMBOM, M. A. *et al.* Desempenho e digestibilidade aparente em cabritos Boer x Saanen em confinamento recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.1, p. 174-182, Jan./Feb. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007000100021&lng=en. Acesso em: 31 mar. 2008.

HOLANDA JUNIOR, Evandro Vasconcelos. Sistemas de Produção de Pequenos Ruminantes no Semi-árido do Nordeste Brasileiro. In: BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Caprinos**, Sobral, v. 66, nov. 2006. Disponível em: <<http://www.cnpc.embrapa.br/doc66.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

HOOVER, W. H.; STOKES, S. R. Balancing Carbohydrates and Proteins for Optimum Rumen Microbial Yield. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3630-3644, Jan. 1991. Disponível em: <<http://jds.fass.org/cgi/content/abstract/74/10/3630>>. Acesso em: 10 jan. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Banco de dados agregados**, 2005. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 fev. 2008.

ÍTAVO, L. C. V.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C. *et al.* Avaliação da Silagem de Bagaço de Laranja com Diferentes Aditivos por Intermédio dos Parâmetros de Fermentação Ruminal de Ovinos e Contribuição Energética dos Ácidos Graxos Voláteis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1491-1497, sep./oct. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982000000500030>. Acesso em: 1 jan. 2007.

KAMRA, D. N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v. 89, n.1, p. 124-134, 2005.

KLINK, C. A; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1. n. 1, p. 147-155, jul. 2005. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Texto_Adicional_ConservacaoID-xNOKMLsupY.pdf>. Acesso em: 1 jan. 2007.

LALLO, F. H.; PRADO, I. N.; NASCIMENTO, W. G. *et al.* Níveis de Substituição da Silagem de Milho pela Silagem de Resíduos Industriais de Abacaxi sobre a Degradabilidade Ruminal em Bovinos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 719-726, maio/jun. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982003000300024>. Acesso em: 1 jan. 2007.

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

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1992 *apud*

NUCCI, S. M. **Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microssatélites em genética de população de macaúba**. 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical. Instituto Agronômico. Campinas, 2007. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/PosIAC/Stella_Nucci2007.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2008.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; BEHR, N. **Palmeiras do Brasil: exóticas e nativas**. Nova Odessa: Plantarum, 1996. p. 1-20 *apud* LORENZI, G. M. A. C.; NEGRELLE, R. R. B. *Acrocomia aculeata* (JACQ.) LODD. EX MART: ASPECTOS ECOLÓGICOS: usos e potencialidades. **Visão Acadêmica**, v.7, n.1, 2006. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/academica/article/view/9021/6314>>. Acesso em: 24 mar. 2008.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; MEDEIROS-COSTA, J. T.; CERQUEIRA, L. S. C.; BEHR, N. **Palmeiras do Brasil: exóticas e nativas**. Nova Odessa: Plantarum, 1996. p. 1-20.

LOUSADA JUNIOR, J. E.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. R. *et al.* Consumo e Digestibilidade de Subprodutos do Processamento de Frutas em Ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 659-669, 2005.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S. TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Brasília, DF: Conservação Internacional, 2004. Relatório.

MARTINS, A. S.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N. *et al.* Degradabilidade *in situ* da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 1109-1117, 1999.

MARTINS, E. C.; GARAGONY, F. L.; CHAIB FILHO, H. Evolução da Caprinocultura Brasileira no Período de 1975 a 2003. In: BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Comunicado 66 técnico on line**, Sobral, v. 66, p. 1-4, dez. 2006. Disponível em: <<http://www.cnpc.embrapa.br/doc66.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2008.

MATOS, D. S.; GUIM, A.; BATISTA, A. M. V.; *et al.* Estabilidade aeróbica e degradabilidade da silagem de maniçoba (*Manihot* sp.) emurchecida. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 1, n. único, p. 109-114, out./dez. 2006. Disponível em: <<http://www.proqualiti.org.br/sistema/>>. Acesso em: 24 mar. 2008.

MCDONALD, I. A revised model for estimation of protein degradability in the rumen. **Journal of Agriculture Science**, v.96, p. 251-252, 1981.

MEDINA, F. T. **Avaliação de dietas contendo silagem de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax. Et. K. Hoffman) para terminação de caprinos no semi-árido brasileiro. 2005.** 71 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2005. Disponível em: <www.zootecnia.ufc.br/dissertacoes/dissertacao2005_fernando%20thoaz20medina.pdf>. Acesso em: 8 set. 2006.

MEHREZ, A. Z., ORSKOV, E. R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agriculture Science**, v. 88, n. 1, p. 6450-6550, 1977.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY. EVALUATION AND UTILIZATION, 1994. **Proceedings...** Lincoln: University of Nebraska, 1994. p. 450-493.

MORAES, S.A. **Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos.** 2007. 46 f. Tese (Doutorado em Nutrição Animal) - Escola de veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/VETC-7AQPPH/1/tese_salete_alves_de_moraes.pdf. Acesso em: 1 jan. 2008.

MOTTA, P. E. F.; CURI, N.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; GOMES, J. B. V. Ocorrência da macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n7, p1023-1031, jul. 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of goats.** Washington, D.C.: National Academy Science, 1981. 91 p.

NEIVA, J. N.M.; NUNES, F. C. S.; CÂNDIDO, M. J. D. *et al.* Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p. 1845-1851, 2006 Suplemento.

NEW WORLD FRUITS. **Database.** Disponível em: <<http://www.ipgri.cgiar.org/Regions/Americas/programmes/TropicalFruits/qryall3.asp?intIDSpecies=154>> Acesso em : 24 out. 2006.

NUCCI, S. M. **Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microssatélites em genética de população de macaúba.** 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical. Instituto Agrônomo. Campinas, 2007. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/PosIAC/Stella_Nucci2007.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2008.

ORPIN, C. G.; LETCHER, A. J. Some factors controlling the attachment of the rumen holotrich protozoa *Isotricha intestinalis* and *I. prostoma* to plant

particles in vitro. **Journal of General Microbiology**, v. 106, n. 1, p. 33-40, May. 1978

ORSKOV, E. R. **Nutrição proteica de los ruminantes**. Zaragoza: Acribia, 1988. 178 p.

ORSKOV, E. R.; HOVELL, F. D. D.; MOULD, F. Uso de la tecnica de la bolsa de nylon para la valuacion de los alimentos. **Production Animal Tropical**, México, v. 40, n. 5, p. 213-233, mayo. 1980.

ORSKOV, E. R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage. **Journal of Agriculture Science**, v. 92, n.2, p. 499, 1979.

PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídeos para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1989, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1989. p. 11-25 *apud* SILVA, H. G. O.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F. *et al.* Digestibilidade aparente de dietas contendo farelo de cacau ou torta de dendê em cabras lactantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 405-411, abr. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n4/24181.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2008.

PORCINATO, M. A. F.; BERCHIELLI, T.; FRANCO, G. L. Digestibilidade, Degradabilidade e Concentração Amoniacal no Rúmen de Bovinos Alimentados com Polpa Cítrica Peletizada Normal ou Queimada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 258-266, Jan./ Feb. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982004000100030&script=sci_arttext&lng=en>. Acesso em: 9 mar. 2008.

RODRIGUES, M. T. Alimentação de cabras leiteiras. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 8. 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2004 p. 121-154.

SALLES, G. **Macaúba pode ser matéria-prima alternativa para biodiesel**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/biodiesel/macauaba-materia-prima-alternativa-biodiesel-25-09-06.htm>>. Acesso em: 25 de maio de 2008.

SANTA ROSA, H.; GONÇALVES, B. Cooperativa Grande Sertão: articulando populações e diversidades do Norte de Minas Gerais. **Agriculturas**, v. 2, n. 2, p. 17-21, jun. 2005.

SATTER, L. D., SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **British Journal of Nutrition**, v. 32, n. 19, p. 199-208, May. 1974. Disponível em: <<http://www.garfield.library.upenn.edu/classics1989/A1989U309600001.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2008.

SCARIOT, A. *et al.* Flowering and fruiting phenologies of the palm *Acrocomia aculeata*: patterns and consequences. **Biotropica**, Lawrence, v. 27, n. 2, p. 168-173, 1995.

SCARIOT, A.; LLERAS, E.; HAY, J. D. Flowering and fruiting phenologies of the palm *Acrocomia aculeata*: patterns and consequences. **Biotropica**, Washington, v.27, n. 2, p. 168-173, 1995 *apud* NUCCI, S. M. **Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microsatélites em genética de população de macaúba**. 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical. Instituto Agronômico. Campinas, 2007. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/PosIAC/Stella_Nucci2007.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2008.

SILVA, A. G. M.; BORGES, I.; MACEDO JÚNIOR, G. L.; QUINZEIRO NETO, T. Sistemas de produção de caprinos de corte. In: SIMPÓSIO DE CAPRINOS E OVINOS DA EV-UFGM, I, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFGM, 2005a. 1 CD-ROM.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos biológicos)**. 3. ed. Viçosa: UFV. 2002. 235 p.

SILVA, H. G. O.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F. *et al.* Digestibilidade aparente de dietas contendo farelo de cacau ou torta de dendê em cabras lactantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 405-411, abr. 2005c. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n4/24181.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2008

SILVA, H. G. O.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F. *et al.* Farelo de Cacau (*Theobroma cacao* L.) e Torta de Dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq) na Alimentação de Cabras em Lactação: Consumo e Produção de Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1786-1794, maio, 2005d. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n5/26660.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2008

SILVA, H. K.; VIANNA, L. G.; BARBOZA, J. D. Provas funcionais de suco de rúmen de caprinos criados externamente na baixada fluminense. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.14, n. 213, p. 65-68, 1994 *apud* DANTAS, M. O.; BRAZ, J. R. B.; BRITTO, L. H. R. *et al.* **Cinética ruminal de ovinos alimentados com cactáceas e bromélias do semi-árido paraibano**. Paraíba: UFBA, [2008?]. p. 1-18. Projeto. Disponível em: <http://www.agronline.com.br/agrociencia/pdf/public_49.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2008.

SILVA, M. E. T. **Avaliação da degradabilidade ruminal de silagens e de cascas de café submetidas á fermentação no estado sólido em búfalos (*Bubalus bubalis* L.) fistulados**. 2005b. 136 f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: < http://www.ppgbiotec.ufpr.br/teses_dissertacoes/arquivo/31-2005.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2008.

SISTEMA para Análises Estatísticas – SAEG: versão 9.0 Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes - UFV, 2007.

SISTEMA para Análises Estatísticas – SAEG: versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes - UFV, 2007.

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

SOUZA FILHO, A. de. **Dinâmica da fermentação ruminal da semente de maracujá (*Passiflora edulis*) em ovinos.** 1995. 107 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1995.

SOUZA, E. J. O.; GUIM. A.; BATISTA, A. M. V. *et al.* Qualidade de silagens de maniçoba (*Manihot epruinosa*) emurcheada. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 55, n. 212, p. 351-360, dic. 2006. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/495/49521203.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2008.

SOUZA, J. R. S. T; CAMARÃO, A. P; RÊGO, L.C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de subprodutos da agroindústria, da pesca e de abatedouros em caprinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 37, n. 2, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=1413-959620000002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 31 mar. 2008.

SOUZA, M. V.; BARCELLOS, A. R. Avaliação do fluido ruminal de bovinos e ovinos criados em regime de pastagem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 23, n.1, p. 31-36, 1993.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. **Área de Atuação da SUDENE:** o semi-árido nordestino. Recife: SUDENE, [2008?]. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br>>. Acesso em: 23 mar. 2008.

TASSARO, H. **Frutas no Brasil.** São Paulo: Empresa das Artes, 1996 *apud* NUCCI, S. M. **Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microssatélites em genética de população de macaúba.** 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Genética, Melhoramento Vegetal e Biotecnologia) – Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical. Instituto Agrônomo. Campinas, 2007. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/PosIAC/Stella_Nucci2007.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2008.

TEIXEIRA, J.C., EVANGELISTA, A.R.; et al. Cinética da digestão ruminal da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* (L.) Lyons-Cactaceae) em bovinos e caprinos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 1, p. 179-186, 1999.

UDAETA, M. E. M; BAITELO, R. L. BURANI, G. F. GRIMONI, J. A. B. **Comparação da produção de energia com diesel e biodiesel analisando**

todos os custos envolvidos. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/estudos/biodiesel/comparacao-producao-energia-diesel-biodiesel-analisando-custos-envolvidos.htm>>. Acesso em: 20 maio 2008.

VALADARES FILHO, S. C.; CABRAL, S. C. Aplicação dos princípios de nutrição de ruminantes em regiões tropicais REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39.2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C., SANT' ANA, R. *et al.* Contaminação bacteriana em resíduos de incubação de alguns alimentos em sacos de náilon. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 3, p. 467-474, 1992.

VALINOTE, A. C.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; LEME, P. R.; SILVA, L. S. CUNHA, J. A. Fontes de lipídeos e monensina na alimentação de novilhos nelore e sua relação com a população de protozoários ciliados do rúmen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1418-1423, mar. 2005. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n4/26415.pdf>>. Acesso em: 20 maio. 2008.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants.** 2.nd ed. London: Constock Puyblishing Associates, USA, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. *et al.* Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, Feb. 1991.

VIEIRA, E. I. **Adição de fibra em dietas contendo palma forrageira (Opuntia ficus indica Mill) para caprinos.** 2006. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural do Pernambuco, Recife, 2006.

VIEIRA, P. F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações para ruminantes.** 1980. 98 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1980.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; ANDRADE, D. K. B.; VERAS, A. S. C.; FARIAS I.; LIMA, L. E. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill.) em substituição a silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.1, p. 273-281, 2002.

WEISS, W. P. Estimating the available energy content of feeds for dairy cattle. In: Symposium: energy availability. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 830-839, 1998.

WEISS, W. P. Predicting energy values of feeds. In: Symposium: prevailing concepts in energy utilization by ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.76, p. 1802-1811, 1993.

WERNERSBACH FILHO, H. L.; CAMPOS, J. M. S.; ASSIS, A. J.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; VALADARES, R. F. D.; LANA, R. P. Variáveis ruminais concentração de uréia plasmática e excreções urinárias de nitrogênio em vacas leiteiras alimentadas com concentrado processado de diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 1236-1241, maio/jun. 2006. Suplemento. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982006000400039&script=sci_arttext>. Acesso em: 31 mar. 2008.

WILLIAMS, A. G.; COLEMAN, G. S. **The rumen protozoa**. New York: Springer-Verlag New York Inc., 1992. 423 p.

ZANINE, A.; MACEDO JUNIOR, G. L. Importância do consumo da fibra para nutrição de ruminantes. **La Revista Electrónica de Veterinária - REDVET**, v. 7, n. 4, p. 1-11, abr. 2006. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040406.html>>. Acesso em: 31 mar. 2008.

APÊNDICE A - Fotos da Associação de Pequenos Produtores Rurais de Riacho D'antas e Adjacências

Obtenção da torta da macaúba



Pequeno produtor entregando macaúba.
Unidade de recebimento: caixa de 20 kg.



Máquina despoupando macaúba



Polpa + casca da macaúba separada
do endocarpo



Máquina quebrando endocarpo



Semente liberada após quebra do endocarpo



Máquina prensando a polpa +casca: separando óleo e torta



Óleo da macaúba pronto para ser comercializado

APÊNDICE B - Fluxograma de obtenção do óleo e da torta da macaúba pela Associação de Pequenos Produtores Rurais de Riacho D'antas e Adjacências

