

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR PELA
SILAGEM DOS RESTOS CULTURAIS DO ABACAXIZEIRO NA
ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**

Sandro de Castro Santos
Orientador: Prof. Dr. Juliano José de
Resende Fernandes

GOIÂNIA

2008



Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TEDE) na Biblioteca Digital da UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás-UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações - BDTD/UFG, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor(a):	Sandro de Castro Santos		
CPF:	773.976.141-91	E-mail:	sandrozootec@gmail.com
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
Vínculo Empregatício do autor			
Agência de fomento:		Sigla:	
País:		UF:	
		CNPJ:	
Título:	SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR PELA SILAGEM DOS RESTOS CULTURAIS DO ABACAXIZEIRO NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES		
Palavras-chave:	frutas tropicais, ovinos, Santa Inês, subprodutos de indústria		
Título em outra língua:	Substitution of sugar cane silage + 0,5% urea (SCS) by the pineapple stalk silage (PSS) on the feed ruminants		
Palavras-chave em outra língua:	tropicals fruits, sheep, byproducts		
Área de concentração:	Produção Animal		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	25/06/2008		
Programa de Pós-Graduação:	Ciência Animal		
Orientador(a):	Juliano José de Resende Fernandes		
CPF:	632.961.441-53	E-mail:	juliano@vet.ufg.br
Co-orientador(a):	João Restle		
CPF:	124.461.060-72	E-mail:	jorestle@terra.com.br

3. Informações de acesso ao documento:

Liberação para disponibilização?¹ total parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

Capítulos. Especifique: _____

Outras restrições: _____

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.


Assinatura do(a) autor(a)

Data: 20 / 08 / 08

¹ Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

SANDRO DE CASTRO SANTOS

**SUBSTITUIÇÃO DA SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR PELA
SILAGEM DOS RESTOS CULTURAIS DO ABACAXIZEIRO NA
ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**

Dissertação apresentada para
obtenção do grau de Mestre em
Ciência Animal junto à Escola de
Veterinária da Universidade Federal de
Goiás

Área de Concentração:

Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Juliano J. de R. Fernandes

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. João Restle

Prof. Dr. Miguel Joaquim Dias

GOIÂNIA

2008

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(GPT/BC/UFG)

Santos, Sandro de Castro.
S237s Substituição da silagem de cana-de-açúcar pela silagem dos restos culturais do abacaxizeiro na alimentação de ruminantes [manuscrito] / Sandro de Castro Santos. – 2008.
xiv, 51f. : il. ; figs., tabs., qds, abrs.

Orientador: Prof. Dr. Juliano José. de Resende Fernandes; Co-Orientadores: Prof. Dr. João Restle, Prof. Dr. Miguel Joaquim Dias.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, 2008.

Bibliografia: f.45-51.

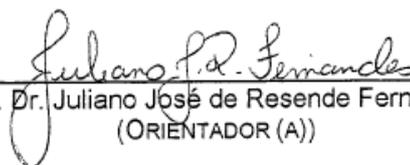
Inclui listas de figuras, de tabelas, de quadros e de abreviaturas.

1. Ruminante – Alimentação e ração 2. Silagem – Cana-de-açúcar 3. Silagem – Restos culturais – Abacaxizeiro 4. Nutrição animal I. Fernandes, Juliano José. de Resende II. Restle, João III. Dias, Miguel Joaquim IV. Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária. V. Título.

CDU: 636.2.085.52

SANDRO DE CASTRO SANTOS

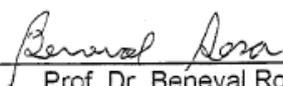
Dissertação defendida e aprovada em **25/06/2008**, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Juliano José de Resende Fernandes
(ORIENTADOR (A))



Prof. Dr. Reinaldo Cunha de Oliveira Júnior - UEG/GO



Prof. Dr. Beneval Rosa

Aos meus pais, Trajano e Rosa, pelo amor e incentivo
À minha família, pela amizade e apreço
À minha amada esposa Ivana, pelo amor e apoio incondicional

AGRADECIMENTOS

À DEUS por iluminar o meu caminho e estar sempre presente.

Ao Prof. Dr. Juliano, pela orientação, pela sincera amizade e pela confiança em mim depositada.

Ao Prof. Dr. Beneval Rosa pela orientação, pela amizade, pelo apoio incontestável.

Aos professores Doutores Milton L. M. Lima, João Restle pelos ensinamentos e sugestões na execução deste trabalho.

Aos Demais professores do Departamento de Produção animal, pelos exemplos, ensinamentos e amizade.

Ao Prof. Dr. Arcadio e ao meu irmão Alexandre pelo apoio e auxílio na análise estatística.

Aos meus colegas de pós-graduação Anderson, Aline, Alzira, Eduardo, Marlos, Natali, Lilian, Gabriel pela amizade, convivência e apoio constante.

Em especial ao nosso colega João (*in memória*) que deixa saudades pela sua maneira simples de ser e incontestável presteza.

A todos os estagiários do Grupo de Nutrição de Ruminantes que de alguma forma contribuíram para execução deste trabalho.

Ao Cirino e a Raimunda (pais da Ivana) por me assumirem como filho.

Aos meus irmãos e irmãs, cunhados e cunhadas, sobrinhas (Natália e Isadora), afilhado (Ricardo Augusto) pela agradável companhia.

Aos funcionários do DPA, e ao Éder (LANA) por toda ajuda nas atividades desenvolvidas para execução deste trabalho.

À empresa TORTUGA pelo apoio técnico e financeiro.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que, de algum modo, contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1	Silagem na alimentação de ruminantes.....	4
2.2	Princípios básicos da ensilagem.....	4
2.3	A silagem de restos culturais do abacaxizeiro na alimentação de ruminantes.....	5
2.4	A silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes.....	8
2.4.1	Uso da uréia como aditivo.....	9
2.5	Consumo voluntário, digestibilidade e índice de valor nutritivo.....	10
2.6	Avaliações da efetividade da fibra de silagens para ruminantes.....	13
2.7	pH ruminal.....	15
2.8	Cinética ruminal.....	16
3	METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO.....	19
3.1	Local do experimento.....	19
3.2	Desenho experimental.....	19
3.3	Confecção da silagem.....	19
3.3.1	Silagem de restos culturais do abacaxizeiro.....	19
3.3.2	Silagem de cana-de-açúcar.....	21
3.4	Animais utilizados, instalações e rações experimentais.....	21
3.5	Colheita de dados e amostragens nos períodos de avaliação.....	23
3.6	Comportamento ingestivo.....	23
3.7	Amostragem do oferecido e das sobras.....	23
3.8	Colheita total de fezes e digestibilidade aparente.....	24
3.9	Cálculo do índice de valor nutritivo.....	25
3.10	Aferição do pH ruminal.....	25
3.11	Taxa de desaparecimento de MS e FDN.....	25
3.12	Tamanho das partículas consumidas.....	26
3.13	Análises bromatológicas.....	27
3.14	Análise estatística.....	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1	Composição bromatológica das dietas.....	31
4.2	Consumo voluntário, digestibilidade aparente e índice de valor nutritivo.....	34
4.3	Avaliações da efetividade da fibra de silagens para ruminantes.....	37
4.4	Cinética e pH ruminal.....	40
5	CONCLUSÃO.....	44

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
----------------------------------	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Silagem de restos culturais do abacaxizeiro acondicionadas em sacos plásticos com capacidade de 30 kg	20
Figura 2. Silagem de restos culturais do abacaxizeiro aspecto de “estopa”	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Percentagem dos ingredientes e composição química das rações	22
Tabela 2. Coeficientes dos polinômios ortogonais por contrastes.....	29
Tabela 3. Composição bromatológica das dietas.....	31
Tabela 4. Médias de consumo, digestibilidade e índice de valor nutritivo das dietas contendo silagem de restos culturais do abacaxizeiro substituídas por quantidades crescentes de silagem de cana-de-açúcar com adição de 0,5% de uréia	34
Tabela 5. Porcentagem de tamanho das partículas consumido pelos ovinos e fibra fisicamente efetiva (FDNfe)	38
Tabela 6. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de restos culturais do abacaxizeiro substituídas por quantidades crescentes de silagem de cana-de-açúcar com adição de 0,5% de uréia	39
Tabela 7. Médias de consumo, taxa de desaparecimento e pH das dietas contendo silagem de restos culturais do abacaxizeiro substituídas por quantidades crescentes de silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de uréia	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Esquema de análise de variância para a composição bromatológica das dietas	28
Quadro 2. Esquema de análise de variância para a digestibilidade aparente dos nutrientes, pH ruminal, comportamento ingestivo dos animais, taxa de desaparecimento, tamanho das partículas consumidas.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS

AGV	Ácidos graxos voláteis
ANUALPEC	Anuário da Pecuária Brasileira
cab	cabeça
CFDA	Consumo de fibra em detergente ácido
CFDN	Consumo de fibra em detergente neutro
CMS	Consumo de matéria seca
CVR	Consumo voluntário relativo
DFDA	Digestibilidade da fibra em detergente ácido
DFDN	Digestibilidade da fibra em detergente neutro
DMS	Digestibilidade da matéria seca
DPB	Digestibilidade da proteína bruta
Eq.	Equação
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FB	Fibra bruta
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDNfe	Fibra fisicamente efetiva
FDNkd	Taxa de desaparecimento do rúmen de fibra em detergente neutro
H	Hidrogênio
ha	hectare
HEM	Hemicelulose
IBGE	(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)
IVN	Índice de valor nutritivo
K	Potássio
Kd	Taxa de desaparecimento
Kg ^{0,75}	Quilos de peso metabólico
Kp	Taxa de passagem
L	Litros
MEFI	índice de fibra efetiva
mL	Mililitros
MM	Matéria mineral

MN	Matéria natural
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
MSkd	Taxa de desaparecimento do rúmen de matéria seca
MSto	Taxa de renovação de matéria seca
MV	Matéria verde
N	Nitrogênio
Na	Sódio
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NIDA	Nitrogênio insolúvel em detergente ácido
NÑP	Nitrogênio não protéico
NRC	National Research Council
PB	Proteína Bruta
PV	Peso vivo
SC	Silagem de cana-de-açúcar com adição de 0,5% de uréia
SRA	Silagem dos restos culturais do abacaxizeiro
TGI	Trato gastrointestinal
TPC	Tamanho de partículas consumidas
UFC	unidades formadoras de colônia

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a substituição da silagem de cana-de-açúcar aditivada com 0,5% de uréia (SC) pela silagem de restos culturais do abacaxizeiro (SRA) na alimentação de ruminantes. O experimento foi realizado em Goiânia-GO e teve a duração de 95 dias, sendo utilizados cinco cordeiros, machos inteiros da raça Santa Inês, com média de oito meses de idade e peso vivo $30,2\text{kg} \pm 4,8\text{kg}$. O delineamento experimental foi o quadrado latino 5x5, as dietas isoprotéicas (13,5% proteína bruta-PB) e isoenergéticas (63% nutrientes digestíveis totais-NDT) e com relação volumoso:concentrado de 60:40. Os parâmetros avaliados foram o consumo de matéria seca (CMS) e consumo voluntário relativo (CVR), a digestibilidade aparente dos nutrientes, o índice de valor nutritivo, a efetividade de fibra e o pH e cinética ruminais. Sendo que os cinco tratamentos foram definidos da seguinte forma: 100% de SRA: 0% SC (100A); 75% SRA: 25% SC (75A); 50% SRA: 50% SC (50A); 25% SRA: 75% SC (25A) e 0% SRA: 100% SC(0A). Não houve diferença ($P>0,05$) entre todos os tratamentos para CMS e CVR sendo que os valores médios observados foram de 597,27 g de MS/dia e 58,41 g de MS/UTM (unidade tamanho metabólico), respectivamente. A digestibilidade da matéria seca (DMS), a digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) e a da fibra em detergente ácido (DFDA) não diferiram ($P>0,05$) entre as dietas. A digestibilidade da proteína bruta (DPB) aumentou de forma linear à medida que foi adicionada a SC sendo os valores de 68,09%; 70,57%; 70,68%; 73,06% e 78,05%, respectivamente para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A e 0A. O que pode ser justificado pela adição de 0,5% uréia no momento da ensilagem da cana-de-açúcar caracterizada pela presença de nitrogênio não protéico (NÑP), que é altamente solúvel no rúmen. Não foi verificada diferença ($P>0,05$) para os valores de índice de valor nutritivo (IVN) entre todos os tratamentos, sendo que o valor médio observado foi de 37,34%. Provavelmente decorrente do CMS e DMS não apresentarem diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos. Não houve efeito ($P>0,05$) sobre a fibra fisicamente efetiva (FDNfe) entre todos os tratamentos, que apresentou valor médio de 25,92%. Houve redução ($P<0,05$) da taxa de desaparecimento de MS (%/h) do rúmen com a adição de SC. Os valores

apresentados são 8,08%/h; 8,31%/h; 5,85%/h; 6,49%/h; 7,03%/h, para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A e 0A, respectivamente. Como não houve aumento no CMS entre os tratamentos e a taxa de desaparecimento da MS para os tratamentos contendo a SRA foram maiores, assim pode-se dizer que a taxa de digestão da MS da SRA foi menor para os tratamentos contendo essa silagem. O pH ruminal aumentou ($P < 0,05$) de forma linear com a adição de SC, e os valores observados para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A e 0A foram de 6,16; 6,16; 6,33; 6,42; 6,63, respectivamente. Com base no índice de valor nutritivo pode-se concluir que a silagem de cana-de-açúcar adicionada com 0,5% de uréia pode ser substituída pela silagem de restos culturais do abacaxizeiro.

Palavras-chave: frutas tropicais, ovinos, Santa Inês, subprodutos de indústria

ABSTRACT

The objective of this trial was to study the substitution of sugar cane silage + 0,5% urea (SCS) by the pineapple stalk silage (PSS) on the feed ruminants. The trial was done in Goiânia-GO and lasted 95 days. Five non castrated male lambs from Santa Inês breed were utilized, with an average age of eight months and live weight of $30,2\text{kg} \pm 4,8\text{kg}$. The experimental design was a 5x5 Latin Square, the diets were isoproteic (13,5% CP) and isoenergetic (63% TDN) and the forage:concentrate ratio was 60:40. The parameters evaluated were the dry matter intake (DMI) and relative voluntary intake (RVI), apparent digestibility of nutrients, nutritive value index, physically effective fiber, rumen pH and rumen kinetics. The treatments were the following: 100% PSS:0% SCS (100P); 75% PSS:25% SCS (75P); 50% PSS:50% SCS (50P); 25% PSS:75% SCS (25P) and 0% PSS:100% SCS (0P). There were no differences ($P>0,05$) among treatments for the DMI (597,27 g/day) and RVI (58,41 g of MSU/day). The dry matter digestibility (DMD) and neutral detergent fiber digestibility (NDFD) did not differ ($P>0,05$) among diets. The crude protein digestibility (CPD) increased when SCS was linearly added, whose values were 68,09%; 65,57%; 70,68%; 73,06% and 78,05%, respectively for the treatments 100P, 75P, 50P, 25P and 0P, which can be explained by the addition of 0,5% urea when the sugar cane was ensiled and characterizing the presence of non protein nitrogen (highly soluble in the rumen). It was not verified differences for the nutritive value index (NVI) among treatments, where the mean was 37,74%. Probably due to the DMI and DMD did not present differences ($P>0,05$) among treatments. Regarding the physically effective fiber (peNDF), there was not effect among treatments and the mean value was 25,92%. There was reduction in the ruminal digesta dry matter disappearance (%/h) with increasing addition of SCS. The values for this parameter were 8,08%/h; 8,31%/h; 5,85%/h; 6,49%/h and 7,03%/h respectively for the treatments 100P, 75P, 50P, 25P and 0P. Since there was no effect in the DMI among treatments and the ruminal digesta dry matter disappearance in the treatments having PSS was higher, it can be concluded that the dry matter digestion rate of the PSS was also higher. The rumen pH increased linearly with addition of SCS, where the values

for the treatments 100P, 75P, 50P, 25P and 0P were respectively 6,16; 6,16; 6,33; 6,42 and 6,63. Based on the nutritive value it can be concluded that the sugar cane silage + 0,5% urea can be substituted by the pineapple stalk silage.

Keywords: tropicals fruits, sheep, byproducts

1 INTRODUÇÃO

Segundo o censo agropecuário do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) o rebanho de ovinos no Brasil é de 13,85 milhões de cabeças. O Centro-Oeste possui por volta de 867 mil cabeças de animais, sendo que Goiás possui 159 mil cabeças (18,4% do efetivo de rebanho). No período entre 1996 e 2006 o efetivo de ovinos cresceu 46% no Estado de Goiás (IBGE, 2006).

Têm-se percebido aumento crescente da produção e consumo brasileiros de carne ovina e, de acordo com estimativas da FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), o país produziu algo em torno de 117 mil toneladas em 2006, apresentando um consumo da ordem de 124,1 mil toneladas nesse mesmo ano. Apesar da necessidade de importação de carne ovina, o consumo per capita no país ainda é inexpressivo: 700 g/habitante/ano, de acordo com a FAO (2003).

Em se tratando de bovinos, o censo agropecuário do IBGE (2006) declarou haver no Estado de Goiás cerca de 16,68 milhões de cabeças. Deste total, o número de animais abatidos também no ano de 2006 foi de 2,87 milhões de cabeças, ou seja, uma taxa de desfrute de 17,21%, e conforme ANUALPEC (2006), 352.000 animais foram confinados para engorda em 2005. Analisando estes dados, pode-se constatar que o número de animais confinados em relação ao número de animais abatidos no Estado de Goiás poderia ser mais elevado, tendo em vista que quanto mais curto for o tempo de abate maior será a lucratividade e o retorno de capital investido pelo criador.

Com relação à produção de silagem de milho, principal fonte de volumoso para os ruminantes, vem onerando os custos ano após ano em decorrência do aumento no preço de sementes, fertilizantes e insumos de uma maneira geral. A fim de reduzir estes custos, iniciaram-se inúmeras pesquisas com o objetivo de utilização de outras fontes de volumoso, como a cana-de-açúcar (*in natura* ou ensilada), silagens de sorgo e milheto, entre outras, sendo que várias destas inovações já se encontram em prática por muitos criadores.

A adoção da cana-de-açúcar como forma de volumoso suplementar para a seca baseia-se na facilidade e tradição de cultivo e, sobretudo, por constituir-se em opção competitiva quando comparada à outras fontes de volumosos. Em simulações de sistemas de produção animal, a cana vem prevalecendo como uma das opções interessantes para minimização do custo de rações e do produto animal e maximização da projeção de receita líquida da atividade.

No entanto, os canaviais estão sujeitos a incêndio, ou queimados pela geada e precisam ser usados rapidamente, para evitar a conversão da sacarose e o consumo de carboidratos por respiração. Também as dificuldades apresentadas para a mão-de-obra quanto aos cortes diários das capineiras. Portanto, a ensilagem da cana-de-açúcar apresenta-se como solução para tais problemas, permitindo a colheita de grandes áreas em um curto espaço de tempo e durante o período em que a forrageira apresenta seu melhor valor nutritivo, coincidindo com a época seca. A concentração de atividades no processo de ensilagem resulta em facilidade organizacional, melhoria dos tratos agrônômicos e redução na necessidade diária de mão-de-obra, embora represente uma importante elevação nos custos do volumoso, em relação ao manejo sob o regime de capineira, em função da intensificação no uso de operações mecanizadas e da inclusão de aditivos, essenciais ao processo.

Mais recentemente, a utilização de subprodutos de indústrias alimentícias e restos culturais de determinadas plantações, que anteriormente eram negligenciadas, vem ganhando maior importância como fontes de volumoso para bovinos de corte em confinamento. Como exemplo, pode-se citar a produção de abacaxi, pois o Brasil é o terceiro no *ranking* mundial (FAO, 2004), e de acordo com o IBGE (2006) o estado do Pará, com a produção de 354.244 milhões de frutos, é o maior produtor do país. Já o estado de Goiás com a produção de 38.549 milhões de frutos é o maior produtor da região Centro-Oeste.

A produção de massa verde do abacaxizeiro por hectare (ha) irá depender da cultivar, da densidade do plantio, assim dependendo do número de plantas por hectare, por exemplo, o *Ananas comosus* cv. Pérola com densidade de 40.000 plantas/ha, plantas pesando, aproximadamente, 3,5 kg de matéria natural (MN), estima-se produção de 140 t de massa verde/ha.

Algumas propriedades da região Norte do país têm aproveitado os restos culturais do abacaxizeiro da pós-colheita, para fornecerem na alimentação dos animais. Existem diversas maneiras de utilização deste material, seja pré-secando e fazendo a fenação dos restos culturais ou mesmo ensilando ambos com o objetivo de fornecer alimento no período de estiagem do ano.

Sendo assim, esta pesquisa visa o estudo da substituição total ou parcial da silagem de cana-de-açúcar pela silagem dos restos culturais do abacaxizeiro, na alimentação de ruminantes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Silagem na alimentação de ruminantes

O grande interesse dos produtores no emprego da ensilagem se deve às variações climáticas que ocorrem durante o ano, que promovem a desuniformidade na produção das plantas forrageiras utilizadas como pastagem. Dessa forma, a conservação de alimentos para a utilização durante os períodos críticos do ano tornou-se prática rotineira entre os criadores de bovinos de todo o mundo (GONÇALVES, 2000).

A influência dos fatores climáticos como radiação solar, temperatura e precipitação pluviométrica afetam o crescimento das plantas forrageiras durante o ano. E estes fatores são críticos para a região dos cerrados na estação seca do ano (abril a setembro), devido ao déficit hídrico, às temperaturas baixas no período noturno (menor que 15°C) e a menor duração do dia que interfere na absorção de energia pelas plantas.

Assim os problemas ocasionados pela estacionalidade resultam em falta de alimento no período seco do ano e obrigam os produtores a utilizarem algumas alternativas para minimizar o seu efeito, dependendo da intensificação do sistema usado no período das águas (outubro a março).

2.2 Princípios básicos da ensilagem

Os princípios de conservação dos alimentos na ensilagem consistem no controle das atividades microbianas através da acidificação do meio com subprodutos da fermentação microbiana, principalmente o ácido lático (Mc DONALD et al., 1991).

Para a obtenção de uma silagem de qualidade é necessário que o meio seja acidificado o mais rápido possível e, para que isso ocorra, é essencial que os ácidos orgânicos, com elevado potencial de acidificação, sejam liberados por parte dos microrganismos, como é o caso do ácido lático. Para isso, o ambiente

necessita fornecer condições para a seleção dos microrganismos mais eficientes à produção desses ácidos.

Para o favorecimento desses microrganismos, é de extrema importância a condição de anaerobiose dentro do silo, pois além de favorecer o desenvolvimento das bactérias homoláticas, também atua na inibição da atividade das bactérias produtoras de ácido butírico (Clostrídeos).

A inibição dos clostrídeos normalmente se dá pelo aumento da concentração hidrogeniônica do meio, em decorrência do aumento da concentração de ácido láctico produzido pelas bactérias lácticas. Porém, é difícil a definição de parâmetro de pH para a ocorrência dessa inibição, uma vez que o mesmo não ocorre somente em função do pH, mas também em função do teor de umidade do material a ser conservado. Quanto mais úmido o material ensilado, menor é o pH necessário para que a inibição ocorra (Mc DONALD et al., 1991).

WIERINGA (1958) demonstrou que os clostrídeos são mais inibidos pela carência de umidade do que pela acidez propriamente dita, podendo tolerar altos níveis de ácidos e hidrogênio quando em meio úmido. O autor também demonstrou que a resistência dessas bactérias é diretamente proporcional ao teor de umidade.

Para garantir uma rápida redução de pH, é necessário também a existência de carboidratos solúveis em quantidade suficiente para que as bactérias produtoras de ácido láctico tenham substrato para seu crescimento e reprodução, permitindo que uma grande quantidade de ácido láctico seja liberada para o meio.

2.3 A silagem de restos culturais do abacaxizeiro na alimentação de ruminantes

Vários são os produtos e subprodutos originados do uso do fruto e das plantas do abacaxizeiro. Entre os produtos destacam-se a fruta in natura, doces, álcool, ácidos orgânicos (cítrico, ascórbico) e enzimas como a bromelina. Já os subprodutos são os resíduos agroindustriais, como cascas, coroas, polpas, frutos descartados e os restos culturais do abacaxizeiro, utilizados sob a forma de feno ou silagens na alimentação animal (CUNHA et al., 1999).

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.) é uma planta de clima tropical, monocotiledônea, herbácea e perene da família Bromeliácea, com caule (talo) curto e grosso, ao redor do qual crescem folhas estreitas, compridas e resistentes, quase sempre margeadas por espinhos e dispostas em rosetas. A planta adulta, das variedades comerciais, tem de 1,0 a 1,20m de altura. No caule insere-se o pedúnculo que sustenta a inflorescência e depois o fruto (CUNHA et al., 1999).

A produção de massa verde do abacaxizeiro por hectare (ha) irá depender da cultivar e do número de plantas por hectare. Como exemplo, o *Ananas comosus* cv. Pérola, com densidade de 40.000 plantas/ha e pesando 3,5 kg de matéria natural (MN), estima-se produção de 140 t de MN/ha ou 35 t de matéria seca por hectare (MS/ha).

Comparando-se com a cultura de milho, podem ser conseguidas produções de 35 t a 50 t de silagem de milho por hectare, utilizando-se entre 40.000 e 60.000 plantas/ha, desde que a cultura esteja bem adaptada à região (BOIN,1987). OLIVEIRA et al.(2007) avaliaram nove híbridos de milho em três municípios de Goiás durante três safras consecutivas e observaram produtividades de 11,4 t a 15,6 t de MS/ha com densidade média de 54.000 plantas/ha.

Atualmente existem poucas pesquisas relacionadas ao uso de subprodutos agroindustriais do abacaxi e menos ainda relacionadas ao uso de restos culturais do abacaxizeiro na alimentação animal. MÜLLER (1978) analisou a composição química dos resíduos das plantas do abacaxi e dos resíduos da indústria de conserva e observou diferenças significativas entre os valores encontrados, sendo, respectivamente, para resíduos das plantas e resíduos da indústria de conserva: 23,6% e 10,0% de MS; 6,3% e 6,9% de proteína bruta (PB); 23,6% e 17,8% de fibra bruta (FB); 58,0% e 74,0% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e 4,2% e 4,0% de matéria mineral (MM).

BARBOSA et al. (2007) avaliaram o desempenho de novilhos Guzerá alimentados com silagens de sorgo híbrido (1F-305) misturadas com plantas do abacaxizeiro, nas seguintes proporções: 100:0; 67:33; 33:67 e 0:100, respectivamente. O consumo de MS da silagem exclusiva de plantas do abacaxizeiro foi 15 % maior que o consumo de silagem de sorgo: 6,05kg/dia e

5,85 kg/dia, respectivamente. Já o ganho de peso não foi influenciado pelos tratamentos, registrando-se a média de 0,823 kg/dia.

Trabalhando com novilhos da raça Hereford, KELLEMS et al. (1979) avaliaram o uso de silagem de plantas inteiras do abacaxizeiro e silagem de folhas do abacaxizeiro (ambas com adição de farelo de soja e uréia) no ganho de peso (kg/dia) e conversão alimentar (kg de MS/kg de ganho de peso). Os autores não verificaram diferenças estatísticas ($P>0,01$) entre os tratamentos, sendo o valor médio para ganho de peso de 0,817 kg/dia e conversão alimentar média de 8,09 kg de MS/kg ganho de peso.

CORREIA et al. (2006) avaliaram o efeito da substituição do feno de *coast-cross* pelo resíduo agroindustrial de abacaxi desidratado (RAD) sobre o desempenho em cabras mestiças e em crescimento, representados pelos níveis de 0%, 33%, 66% e 100% de inclusão de resíduo. Os autores verificaram consumos médios ($P<0,05$) de MS de 62,35 g/kgPV^{0,75}; 63,58 g/kgPV^{0,75}; 59,53 g/kgPV^{0,75} e 54,47 g/kgPV^{0,75}, e ganhos de peso ($P<0,05$) de 204 g/dia, 215 g/dia, 198 g/dia e 196 g/dia, respectivamente. Os autores concluíram que o RAD proporcionou ganhos de peso satisfatórios em fêmeas em crescimento quando comparados ao feno de *coastcross*.

PRADO et al.(2003) avaliaram o desempenho de novilhos inteiros (½ Nelore x ½ Angus) alimentados com silagem de milho substituído gradativamente por silagem de resíduos industriais de abacaxi (SRIA – 0%, 20%, 40% e 60%, base na MS e relação volumoso:concentrado de 56:44). Os autores verificaram ganho de peso médio diário de 1,42 kg/dia e conversão alimentar média de 6,75 (kg MS/kg de ganho) e sem diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos. Estes concluíram que a silagem de milho poderia ser substituída pela SRIA em até 60% do total de MS, sem afetar o desempenho animal.

Apesar da pouca bibliografia, as silagens de restos culturais do abacaxizeiro podem apresentar bom potencial no desempenho dos animais; no entanto, mais pesquisas devem ser realizadas também enfocando a dinâmica fermentativa destas silagens.

2.4 A silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes

A conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem é um tema que vem se destacando nos últimos anos, com interesse crescente por produtores e pesquisadores, em função da elevada produtividade por área, dos benefícios em logística e operacionalidade que esse volumoso ensilado pode apresentar.

No entanto, silagens de cana-de-açúcar são caracterizadas pela extensa atividade de leveduras e alto teor de álcool (PEDROSO et al., 2005). Na ensilagem da cana-de-açúcar ocorre extensa atividade de leveduras, que podem estar presentes na ordem de 1×10^6 unidades formadoras de colônia (UFC) por grama de forragem, e que convertem os carboidratos solúveis da forragem em etanol, dióxido de carbono e água. Essa reação pode levar a perdas excessivas de MS, a baixos teores de ácidos láctico e acético e aumento no teor de FDA das silagens (ALLI et al., 1983), contribuindo ainda com a deterioração aeróbia dessas silagens (DRIEHUIS et al., 1999).

Para NUSSIO & SCHIMIDT (2004), a produção de etanol seja talvez a principal dificuldade para a busca de processos capazes de controlarem a população e a atividade das leveduras sem causar prejuízos ao valor nutritivo da silagem e ao desempenho dos animais.

De acordo com NUSSIO et al. (2005), a produção de etanol é favorecida pela elevada quantidade de carboidratos solúveis presentes na cana-de-açúcar e promovida por leveduras epífitas que vem do campo junto com as plantas no momento da ensilagem.

A dinâmica fermentativa da silagem de cana-de-açúcar sem aditivos, avaliada por PEDROSO et al. (2005), apontou estabilização na concentração de etanol em 6,4% da MS, após 15 dias de armazenamento, com decorrente perda de MS de cerca de 30% referente ao desaparecimento de 68% dos carboidratos solúveis. Os autores relataram ainda concentrações de etanol de 3,1% a 15,5% (base MS) para silagens de cana-de-açúcar sem aditivo.

As pesquisas que envolvem a avaliação de desempenho de animais através do uso da silagem de cana-de-açúcar são escassas, principalmente para ovinos. MENDES (2006) comparou a cana-de-açúcar picada, silagem de cana-de-açúcar sem aditivo e com aditivo microbiano no desempenho de cordeiros da raça

Santa Inês com peso médio inicial de $26,20 \pm 0,60$ kg e idade média de 151 dias. O autor não observou diferença ($P > 0,05$) no consumo de MS e ganho de peso diário entre os tratamentos, apresentando média de 1,39kg de MS/dia e 0,177 kg de ganho de peso/dia.

VALVASORI et al.(1998) conduziram experimento com bezerros machos leiteiros com peso médio de $97,7 \text{ kg} \pm 1,0 \text{ kg}$ e idade média de 151 dias, alimentados com silagem de sorgo e silagem de cana-de-açúcar sem aditivos e ambos os tratamentos suplementados com farelo de algodão. Os autores não verificaram efeito sobre o consumo total de MS e proteína bruta (PB), no entanto o ganho de peso diário dos bezerros foi 37% menor em relação aos animais consumindo silagem de sorgo.

PEDROSO et al. (2006) avaliaram o desempenho de novilhas holandesas alimentadas com rações contendo silagens de cana-de-açúcar confeccionadas sem aditivos (controle) ou com aditivos químicos (uréia 0,5% na MV ou benzoato de sódio 0,1% MV) ou microbiano (*L. buchneri* $3,6 \times 10^5$ UFC/g MV). Esses autores verificaram taxa de ganho de peso médio diário de 9% superior à dieta controle, para a silagem de cana tratada com uréia. A conversão alimentar foi de 9,37kg e 8,63 kg de MS/kg de ganho para os tratamentos controle e tratada com uréia, respectivamente.

Pelos trabalhos apresentados anteriormente fica evidente a necessidade de uso de algum aditivo seja químico ou biológico no momento da ensilagem da cana-de-açúcar. O uso de aditivo na ensilagem é importante porque inibirá as fermentações indesejáveis, reduzindo perdas no valor nutritivo do alimento e obtendo melhores respostas no desempenho do animal.

2.4.1 Uso da uréia como aditivo

O princípio da adoção de uréia como aditivo de silagens está ligado à possibilidade de produção de amônia, na presença de urease (DOLBERG, 1992). A amônia possui forte ação antimicrobiana, inibindo o desenvolvimento de leveduras e fungos, com conseqüente redução na produção de etanol nas silagens. Estudo realizado por PALKOVA et al. (1997) com leveduras de diferentes gêneros demonstrou que esses microrganismos utilizam pulsos de

amônia endógena para comunicação entre colônias e que a presença desse componente no meio de cultura acarreta inibição no crescimento das colônias.

Vários estudos têm sido realizados avaliando-se o uso de uréia em silagens de cana, e apresentam resultados bastante variáveis, para doses de 0,5 a 2,0% da massa verde (MV) (ANDRADE et al., 2001; PEDROSO, 2003; SIQUEIRA, 2005; JUNQUEIRA, 2006). Analisando esses estudos, as doses entre 0,5 a 1,0% da MV são mais efetivas em reduzir perdas fermentativas, uma vez que, em doses superiores, o poder de tamponamento exercido pela uréia torna-se crítico ao processo de conservação, elevando as perdas por deterioração no painel do silo (JUNQUEIRA, 2006).

Outro fator importante a ser observado trata-se da recuperação de nitrogênio (N) em silagens de cana-de-açúcar acrescidas de uréia, que parece ser bastante elevada. Aplicando doses de 0,51 a 1,92% de amônia com nitrogênio marcado (^{15}N) na MS de silagens de milho, HUBER & SMITH (1979) verificaram recuperação média de 95% do nitrogênio aplicado. Possivelmente, altas recuperações de N em silagens adicionadas de uréia estejam relacionadas à limitada atividade ureolítica e à incorporação da amônia produzida à forragem.

Esse fator deve ser considerado na estimativa do custo de oportunidade de uso da uréia como aditivo na ensilagem da cana, em virtude da elevação no teor de nitrogênio verificado.

2.5 Consumo voluntário, digestibilidade e índice de valor nutritivo

O valor nutritivo de uma forragem não depende apenas dos teores de nutrientes presentes nela, mas também de sua digestibilidade, dos produtos da digestão e do consumo pelos animais. O consumo deve ser considerado como o fator mais importante no desempenho animal, pois está relacionado com o aproveitamento do alimento (ROMNEY & GILL, 2000). Esses autores citam alguns fatores que podem inibir o consumo voluntário, como: capacidade de armazenamento do rúmen, tamanho das partículas, teor de fibras, presença de elementos anti-nutricionais, microbiota do rúmen e temperatura ambiente.

A digestibilidade do alimento é a capacidade de permitir que o animal utilize em maior ou menor grau os seus nutrientes, sendo essa uma característica

do próprio alimento e não do animal. A combinação de alimentos feita em um balanceamento de dieta pode alterar o coeficiente de digestibilidade do alimento oferecido (SILVA & LEÃO, 1979).

VAN SOEST (1994) afirmou que a digestibilidade e o consumo tem correlação positiva no caso de dietas de baixa qualidade, quando os animais são incapazes de consumirem a energia necessária.

CRAMPTON et al. (1960), com base em estudos realizados com carneiros de vários pesos e consumindo forragens de diferentes valores nutritivos, seja devido à espécie ou estágio de maturidade da planta, propuseram que o índice de valor nutritivo fosse definido como o produto do consumo voluntário da matéria seca pela digestibilidade aparente da energia ou da MS. Segundo os autores a variação no consumo de matéria seca responde por cerca de 70% das variações observadas no índice de valor nutritivo e o restante refere-se à digestibilidade da forragem. Os autores sugeriram ainda o uso do peso metabólico ($PV^{0,75}$) no cálculo da ingestão de MS, isto porque o tamanho do animal pode determinar o consumo alimentar. A alfafa (*Medicago sativa*) foi utilizada como a forrageira padrão no cálculo do valor nutritivo, sendo os valores para o consumo voluntário relativo de 79 g/kg $PV^{0,75}$ e índice de valor relativo de 50% \pm 9%.

O índice de valor nutritivo é uma medida completa de avaliação do valor nutritivo de forrageiras, apesar de poucos pesquisadores (GRIEVE & OSBOURN, 1965; FADEL et al., 2004) a utilizarem como método de avaliação das forrageiras.

Como pode ser demonstrado a seguir são poucos os trabalhos que avaliaram o consumo e a digestibilidade da MS das silagens de cana-de-açúcar e silagem de restos culturais do abacaxizeiro.

VALVASORI et al. (1997) avaliaram dietas formuladas com silagens de cana-de-açúcar (60% da MS) e níveis crescentes de uréia no concentrado em ensaio com ovinos mantidos em gaiolas para estudos de metabolismo e não observaram efeito ($P > 0,05$) da uréia sobre o consumo (32,68 g MS/kg $PV^{0,75}$) e a digestibilidade da MS (57,6%).

Ao avaliar o consumo de MS e a digestibilidade aparente de dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* picada e silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e químicos (1% e 1,5% de uréia) para cordeiros, GENTIL

(2006) não observou diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos para consumo de MS e digestibilidade de MS, sendo 1,69 kg de MS/dia e 74,0%, respectivamente. Porém a digestibilidade da FDN foi menor ($P<0,05$) no tratamento com cana *in natura* picada 48,16% em relação às silagens de cana com aditivos 52,50%.

PEDROSO et al. (2006) avaliaram o consumo de MS de novilhas holandesas alimentadas com rações contendo silagens de cana-de-açúcar confeccionadas sem aditivos (controle) ou com aditivos químicos (uréia 0,5% na MV ou benzoato de sódio 0,1% MV) ou microbiano (*L. buchneri* $3,6 \times 10^5$ UFC/g MV). Os autores não observaram diferenças significativas ($P<0,05$) entre os tratamentos e constataram consumo médio de MS de 8,93 kg de MS/dia ou 2,17% do PV.

PRADO et al.(2003) avaliaram o consumo de silagem de milho substituída gradativamente por silagem de resíduos industriais de abacaxi (SRIA - 0, 20, 40 e 60%, base na MS e relação volumoso:concentrado de 56:44) utilizando novilhos inteiros ($\frac{1}{2}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ Angus) e observaram redução de forma linear ($P<0,05$), na ingestão de MS em função do aumento dos níveis de SRIA na ração. Possivelmente, o baixo teor de MS da SRIA (14,78% de MS) comparado a silagem de milho (36,46% de MS) possa ter influenciado nessa redução de consumo. Os autores justificam este baixo teor de MS da SRIA pela presença de frutos que possuem grande quantidade de água.

KELLEMS et al. (1979) avaliaram o consumo e a digestibilidade de MS da silagem de plantas inteiras do abacaxizeiro e silagem de folhas do abacaxizeiro (ambas com adição de farelo de soja e uréia) utilizando novilhos da raça Hereford. Os autores não verificaram diferença estatística ($P>0,05$) para consumo de MS sendo a média de 6,61 kg de MS/cab/dia. No entanto a digestibilidade de MS foi maior ($P<0,01$) para os tratamentos que continham silagens de plantas inteiras do abacaxizeiro. Esta diferença pode ter ocorrido devido à composição de MS das dietas, sendo 28,8% de MS para as dietas contendo silagens de plantas inteiras e 22,8% de MS para as dietas contendo silagens de folhas. Vale informar ainda que a planta inteira apresentou teor médio de MS de 22,52%, enquanto somente as folhas, 14,48% de MS.

Segundo HAN et al. (1983) a baixa digestibilidade da cana-de-açúcar fresca está relacionada ao complexo lignina-celulose e a cristalinidade desta celulose que dificulta a digestão da FDN. Os autores também relataram que sob tratamentos químicos, físicos ou biológicos pode-se verificar melhora na digestibilidade, e neste contexto, a ensilagem com ou sem aditivos pode contribuir para o melhor aproveitamento da forragem. E ainda, segundo NUSSIO et al. (2006) os carboidratos solúveis podem dificultar a digestão da celulose, uma vez que as bactérias do rúmen dão preferência aos açúcares à fibra.

2.6 Avaliações da efetividade da fibra de silagens para ruminantes

O conteúdo ruminal possui natureza bifásica, ou seja, é formado por uma camada flutuante das partículas longas sobre um “pool” de líquidos e outra camada das partículas pequenas retidas na parte ventral do rúmen (MERTENS, 1997). A formação desta camada flutuante e estável (“mat”) retém as partículas que contêm fibra potencialmente digestível e, através de filtração e de entrelaçamento da fibra, altera a dinâmica de fermentação e passagem, e assim contribui para estimular a ruminação (MERTENS, 1997).

Ao considerar o consumo de matéria seca (MS) de alimento fibroso, os principais fatores limitantes são a sua digestibilidade e a taxa de passagem das partículas de dimensões que possam passar através do orifício retículo-omasal (PRESTON & LENG, 1984). Maior trituração dos alimentos fibrosos facilitaria a sua passagem para o trato inferior, mas a sua digestibilidade seria reduzida. Por isso, o ideal seria o alimento fibroso ser fermentado no rúmen e com redução das partículas até dimensões que possam facilitar o seu fluxo e também facilitar a sua digestibilidade.

Quantidades mínimas de fibra consumidas pelos ruminantes servem para estimular a atividade de mastigação, manter o fluxo de saliva e um ambiente ruminal favorável ao desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela digestão de carboidratos fibrosos (MERTENS, 1997). Dessa forma, mais adiante serão comentadas duas maneiras para avaliação da efetividade da fibra uma pelas características do alimento e a outra através do comportamento ingestivo (mastigação e ruminação) do animal.

Baseado no que foi dito anteriormente, tanto a composição química (concentração de FDN dos alimentos) quanto à composição física (tamanho das partículas) são de fundamental importância para os ruminantes. Com relação à primeira, foi desenvolvido método por Van SOEST et al. (1991) que fizeram a separação dos componentes insolúveis da parede celular através das soluções em detergente neutro e detergente ácido. Já em relação à segunda, foram desenvolvidos alguns métodos (MERTENS, 1997; LAMMERS et al., 1996) para quantificar a distribuição do tamanho das partículas nos alimentos através de conjunto de peneiras.

A metodologia “Penn State Forage and Total Mixed Ration Particle Separator” (LAMMERS et al., 1996) foi desenvolvida para determinar o tamanho das partículas dos alimentos, principalmente forragens e rações completas, baseadas no comprimento e por isso proporcionam maior tamanho médio das partículas (ARMENTANO, 2005). O desenvolvimento deste método foi baseado na “American Society of Agricultural Engineers” (ASAE) sendo simplificado para três peneiras de crivos menores que 19 mm; entre 19 mm e 8 mm e menores que 8 mm e com espessura de 12,2 mm e 6,4 mm tendo como finalidade evitar que partículas maiores passem por escorregamento. Esse método tem como característica, a praticidade, rapidez e pode ser aplicável em condições de campo.

Através da determinação do tamanho das partículas dos volumosos ofertados para ovinos da raça Santa Inês confinados, MENDES (2006) observou que as silagens de cana-de-açúcar apresentaram maior quantidade das partículas retidas na peneira com diâmetro entre 19 e 8 mm (73%) e menor quantidade das partículas na peneira com diâmetro inferior à 8 mm (23,3%) em relação à cana-de-açúcar *in natura* picada (27,7% entre 19 mm e 8 mm e 64,7% inferior à 8 mm), sugerindo que as silagens apresentaram maior tamanho médio das partículas em relação à cana-de-açúcar *in natura* picada.

BUCKMASTER et al. (1997) desenvolveram um método de caracterização da fibra efetiva, denominado de índice de fibra efetiva (MEFI), baseado na interação entre a distribuição do tamanho das partículas e na concentração de FDN das forragens. Para determinação deste índice foram utilizadas amostras de silagens de milho, silagem de gramíneas e silagens de

leguminosas e atribuídos coeficientes de efetividade para as partículas retidas em cada peneira, sendo 2; 1 e 0,2, para maiores que 19mm; entre 19mm e 8mm; menores que 8mm, respectivamente. Esses coeficientes refletem a efetividade de cada tamanho das partículas na estimulação da ruminação.

O tempo de mastigação tem sido uma das medidas mais estudadas e utilizadas para avaliar a efetividade da fibra por causa dos efeitos que ela tem sobre a secreção de saliva, processo de trituração de alimentos, consumo de MS, função ruminal (pH e perfil de AGV) e porcentagem de gordura no leite (COLENBRANDER et al., 1991).

O tempo de mastigação é relacionado ao consumo de MS, concentração de FDN da dieta e tamanho das partículas. WEICH & SMITH (1971) observaram que o tempo de ruminação aumentava quando partículas de 5 cm de polipropileno foram inseridas no rúmen de ovinos ou novilhos. DADO & ALLEN (1995) observaram que quantidades adicionais de FDN ou a inserção de volumes inertes no rúmen (recipientes de plástico de 500 mL preenchidos com água) aumentavam o tempo de mastigação por unidade de MS ou FDN. BEAUCHEMIN & BUCHANAN-SMITH (1991) detectaram resposta quadrática nos tempos de mastigação e ruminação quando a concentração de FDN na dieta aumentava (26%, 30% e 34% FDN). MENDES (2006) avaliou o comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com rações contendo como volume cana-de-açúcar e teores de FDN de 32,1%; 38,9% e 42,4% e verificaram aumento no tempo de ruminação e redução no consumo de MS de 2,77 kg/dia para 2,23 kg/dia.

2.7 pH ruminal

Sob condições normais, os microrganismos celulolíticos crescem bem em pH 6,7, e uma variação de 0,5 unidade pode ser considerada como uma atividade próxima do normal para o desenvolvimento desses microrganismos. Já valores de pH inferiores a 6,2 inibem a taxa de digestão e aumentam o tempo de colonização para a degradação da parede celular (Van SOEST, 1994).

O pH ruminal é uma variável correlacionada ao comportamento ingestivo do animal e que depende do tempo de mastigação e salivação, da

freqüência de ingestão e ruminação, entre outros (PAZIANI, 2004). O valor do pH ruminal pode ser mantido pelo aumento do poder de neutralização pela saliva ou diminuído pela produção de ácidos (CHURCH, 1993).

A saliva é importante para remoção do íon hidrogênio (H^+) da solução ruminal, pois contém carbonato, que, ligado ao H^+ , forma água e gás carbônico (CO_2) (ALLEN, 1997). Também apresenta elevado poder tamponante, em virtude da grande quantidade de sais de sódio (Na) e potássio (K), que neutralizam ácidos produzidos na fermentação (DIXON & STOCKDALE, 1999).

A efeito do uso de diferentes aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar sobre os parâmetros ruminais em animais Nelore foram avaliados por SCHIMIDT et al. (2007) e estes não verificaram diferenças nos valores médios para o pH (6,78), mas observaram redução acentuada no pH ruminal logo após o fornecimento da alimentação matinal (8h00) e vespertina (18h00), o que pode indicar alta produção de ácidos logo após as refeições, em decorrência do teor de carboidratos rapidamente fermentescíveis nas dietas contendo silagem de cana-de-açúcar.

2.8 Cinética ruminal

O conhecimento da dinâmica do fluxo dos diferentes componentes da digesta no rúmen-retículo é de fundamental importância em modelos de nutrição de ruminantes, que almejam prever a acurácia na interação entre dieta, suprimento de nutrientes e performance animal (OFFER & DIXON, 2000). Uma característica comum aos modelos de função ruminal, diz respeito ao sistema de predição das cinéticas de degradação dos componentes dietéticos, que visa à estimativa do suprimento de nutrientes para os microrganismos, bem como a quantificação do suprimento de nutrientes não-degradados para o intestino (OFFER & DIXON, 2000).

Há várias técnicas disponíveis na literatura para estimar a taxa de passagem (kp) ou o tempo médio de retenção ($1/kp$) das partículas pelo trato gastrointestinal (TGI) dos ruminantes. A estimativa da taxa de passagem tem sido realizada por metodologias diretas e indiretas. As metodologias diretas são realizadas através de evacuações totais do rúmen e são estimativas mais

acuradas para tempo de retenção ruminal (STENSIG et al., 1998), embora isto não seja consenso (FIRKINS, 1997). As metodologias indiretas são feitas através das análises das concentrações de indicadores (não-absorvíveis e com características de aderirem-se firmemente às partículas de alimentos), ingeridos pelos animais ou por meio da infusão de dose única do marcador diretamente no rúmen de animais canulados ou não, sendo que em seguida é feita a amostragem das fezes, em intervalos de tempo pré-estabelecidos e posteriormente as análises.

A dinâmica de digestão inclui aspectos ligados ao fluxo da digesta no TGI. Esses processos envolvem taxas de passagem de substâncias não digestíveis e *turnover* (taxa de renovação de nutrientes), e abrangem a taxa de digestão e digestibilidade de nutrientes (Van SOEST, 1994).

A taxa fracional de passagem ou taxa de desaparecimento (K_d) de uma substância no rúmen é baseada no consumo do nutriente e na quantidade de nutriente presente no conteúdo ruminal. Segundo DADO & ALLEN (1995) o método para calcular essa taxa, denominado de modelo unicompartimental, utiliza um *pool* de conteúdo ruminal, coletado em dois períodos considerados como o de maior enchimento ruminal (duas horas após a alimentação) e menor enchimento ruminal (duas horas antes da alimentação).

Líquidos e sólidos deixam o rúmen de maneira independente, ficando de 20% a 80% dos líquidos retidos nas partículas. Maior quantidade de fluídos pode estar associada às partículas, em dietas com forragens grosseiras em relação a dietas com concentrados ou forragens processadas. Isso faz com que os valores de K_p ruminal para líquidos e partículas sólidas se alterem juntos dentro de uma dieta e nível de ingestão (FILHO & PINA, 2006)

Utilizando carneiros fistulados no rúmen VARGA & PRIGGE (1982) avaliaram o efeito de duas forrageiras (alfafa e grama) e dois níveis (alto = 90%; baixo = 60% de ingestão de MS) de ingestão sobre as taxas de *turnover* para sólidos e líquidos da digesta. Os autores verificaram taxa média de *turnover* para sólidos de 5,97%/h e tempo médio de retenção de 16,9 horas. Quanto à taxa de *turnover* para líquidos e para os dois níveis de ingestão, foram encontrados valores respectivamente de 7,1%/h e 3,1%/h.

HUNTINGTON & GIVENS (1997) estudaram os efeitos da espécie animal na degradação *in situ* da matéria seca de feno, utilizando-se vacas da raça Holandesa e ovinos da raça Suffolk e não observaram diferenças ($P>0,05$) para os coeficientes “a”, porém, a taxa de degradação (kd) diferiu entre as espécies, implicando maiores valores de degradação efetiva da MS em ovinos. CAMPOS et al.(2006) também fazendo um comparativo entre ovinos sem raça definida e bovinos da raça Holandesa, tratados com cana-de-açúcar, silagem de milho, silagem de sorgo e de capim-elefante, concluíram que os ovinos não podem ser considerados como modelos experimentais para estudos de degradabilidade *in situ* da matéria seca e fibra em detergente neutro para bovinos.

3 METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE AÇÃO

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido no Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da UFG, em Goiânia-GO. As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do mesmo departamento.

3.2 Desenho experimental

Adotou-se o delineamento em um quadrado latino 5x5 para realização desse experimento. Foram realizados cinco períodos experimentais de 19 dias cada, sendo 10 dias para adaptação às rações e nove dias de avaliação e colheita de amostras. Os tratamentos usados para avaliação nos animais foram:

- 100A — 100% silagem de restos culturais do abacaxizeiro: 0% silagem de cana-de-açúcar+0,5%uréia (base na MN);
- 75A — 75% silagem de restos culturais do abacaxizeiro: 25% silagem de cana-de-açúcar +0,5%uréia (base na MN);
- 50A — 50% silagem de restos culturais do abacaxizeiro: 50% silagem de cana-de-açúcar +0,5%uréia (base na MN);
- 25A — 25% silagem de restos culturais do abacaxizeiro: 75% silagem de cana-de-açúcar +0,5%uréia (base na MN);
- 0A — 0% silagem de restos culturais do abacaxizeiro: 100% silagem de cana-de-açúcar +0,5%uréia (base na MN);

3.3 Confeção da silagem

3.3.1 Silagem de restos culturais do abacaxizeiro

O processo de ensilagem foi realizado no município de Dois Irmãos – TO, em outubro de 2006, sendo que as silagens foram acondicionadas em sacos plásticos com capacidade de 30 kg, com o objetivo de facilitar o trato aos animais

e também o transporte para Goiânia-GO (Figura 1). A forragem verde foi compactada com os pés e os sacos foram lacrados e armazenados para posterior abertura, com intuito de aguardar o processo fermentativo da silagem.



Figura 1. Silagem de restos culturais do abacaxizeiro acondicionadas em sacos plásticos com capacidade de 30 kg

Fonte: Arquivo pessoal

As plantas do abacaxizeiro *Ananas comosus* cv. Pérola possuía idade aproximada de 36 meses e foram colhidos 60 dias após a colheita do fruto, trituradas por duas vezes, com o objetivo de reduzir o tamanho das partículas, na ensiladeira Penha marca: Master 50 até o material adquirir aspecto de “estopa” (presença das partículas pequenas e fibras longas sob forma de fio) (Figura 2).



Figura 2. Silagem de restos culturais do abacaxizeiro aspecto de “estopa”

Fonte: Arquivo pessoal

3.3.2 Silagem de cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar variedade IAC-862480 foi ensilada no Departamento de Produção Animal - Escola de Veterinária-GO em julho de 2006, acondicionada e lacradas em manilhas de concreto 1,20 m de diâmetro x 1,0 m de altura, com capacidade de 600 kg de silagem cada. Durante a ensilagem foi adicionado uréia pecuária granulada contendo 45% de nitrogênio, na dose de 0,5% da massa verde (500g de uréia para cada 100 kg de cana-de-açúcar picada). A forragem foi manualmente depositada em camadas de aproximadamente 30 cm no interior do silo, espalhada aplicada a uréia e depois compactada com os pés, por duas pessoas.

3.4 Animais utilizados, instalações e rações experimentais

Foram utilizados cinco cordeiros, machos não castrados, da raça Santa Inês, com média de oito meses de idade e peso vivo $30,2\text{kg} \pm 4,8\text{kg}$, arreados com bolsas coletoras de fezes (somente durante o período de coleta) e alojados em baias individuais medindo 0,60m x 1,20m, com piso ripado e provido de bebedouro (balde plástico com capacidade de 5 L) e comedouro (0,60 comprimento x 0,20 largura x 0,20 altura) em galpão coberto.

Ao início do período de adaptação, os animais foram pesados, vermifugados e receberam aplicação subcutânea de 3mL do complexo vitamínico ADE. Os animais foram alojados em baias individuais e receberam as rações dos seus respectivos tratamentos.

As dietas foram isoprotéicas (13,5% PB) e isoenergéticas (63% NDT), com a relação volumoso:concentrado de 60:40, formuladas para suprir as exigências dos ovinos, de acordo com o NRC (1985). As dietas experimentais estão relacionadas na Tabela 1.

Tabela 1. Percentagem dos ingredientes e composição química das rações

Ingredientes	Tratamentos (%) ¹					NIDA ²
	100A	75A	50A	25A	0A	
Silagem de restos culturais abacaxi	60,0	45,0	30,0	15,0	-	24,35
Silagem de cana-de-açúcar	-	15,0	30,0	45,0	60,0	34,53
Farelo de soja	16,1	15,93	15,60	15,67	15,67	
Milho moído	18,3	18,20	18,90	18,98	19,36	
Farelo de Trigo	2,5	2,50	2,50	2,35	1,98	
Suplemento mineral e vitamínico	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
Composição química (%)						
Matéria seca (%MS)	29,25 ^a	30,86 ^{ab}	30,72 ^b	31,24 ^b	31,05 ^b	
Nutrientes digestíveis totais (%NDT)	63,74	63,40	63,19	63,00	63,00	
Proteína bruta (%PB)	13,59	13,57	13,46	13,50	13,50	
Fibra em detergente neutro (%FDN)	36,20 ^a	42,60 ^b	43,11 ^{bc}	45,42 ^c	49,15 ^d	
Ca	0,87	0,83	0,78	0,73	0,69	
P	0,36	0,32	0,29	0,25	0,21	

^a Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si ($P > 0,05$)

¹ 100A- 100% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 0% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

75A- 75% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 25% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

50A- 50% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 50% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

25A- 25% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 75% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

0A- 0% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 100% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

² NIDA- Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (% nitrogênio total)

Os animais receberam as rações experimentais em mistura total *ad libitum*, duas vezes ao dia, em quantidade suficiente para permitir cerca de 20% de sobras. As quantidades de ração fornecida, bem como as sobras, eram quantificadas diariamente, para cálculo e ajuste da ingestão de MS dos animais.

O cálculo da ração efetivamente consumida foi realizado descontando-se o teor proporcional de nutrientes das sobras, da composição de nutrientes na ração fornecida.

3.5 Colheita de dados e amostragens nos períodos de avaliação

Durante os nove dias de colheita de amostras de cada período experimental procedeu-se uma rotina pré-estabelecida de avaliações, colheita de dados e amostragens, conforme descritas a seguir.

3.6 Comportamento ingestivo

No primeiro dia de cada período de avaliação, ou 11º do período, foi realizada observação do comportamento ingestivo dos animais por 24 horas. As observações tiveram início imediatamente após o fornecimento da alimentação da manhã (08h00). Os parâmetros avaliados em intervalos fixos de cinco minutos foram: ingestão de alimento, ruminação ou ócio (MAEKAWA & CHRISTENSEN, 2002). Durante o período da noite as luzes foram mantidas acesas em uma parte do galpão e as observações foram realizadas com iluminação parcial.

O tempo total despendido em cada atividade foi calculado, multiplicando-se o número total de observações (n=288) por cinco tratamentos, totalizando 1.440 observações. As variáveis determinadas foram: tempos gastos em ingestão (min/dia), ruminação (min/dia), ócio (min/dia) e o tempo total de mastigação (min/dia) determinado somando-se o tempo de ingestão de alimento com o tempo de ruminação. As atividades de ingestão, ruminação e mastigação também foram expressas em minutos por grama de MS ou minutos por grama de FDN através da divisão do tempo gasto (min/dia) pela ingestão diária (g de MS e g de FDN) dos alimentos.

3.7 Amostragem do oferecido e das sobras

Diariamente, entre o segundo e o sexto dias de coleta, ou seja, entre o 12º ao 16º do período, pela manhã e à tarde, após a mistura manual dos ingredientes foram retiradas 10% da amostra da ração. As sobras foram amostradas à tarde em 20% do resíduo total diário. Essas amostras foram colhidas em sacos plásticos, identificadas e mantidas congeladas em refrigerador (-10°C) para realização posterior das análises conforme descrito no item 3.12.

Ao final de cada período experimental, cada grupo de amostra foi homogeneizado individualmente para cada tratamento, retirando-se uma sub-amostra destinada à secagem em estufa de ventilação forçada à 55°C.

3.8 Colheita total de fezes e digestibilidade aparente

A colheita total de fezes para determinação da digestibilidade aparente de nutrientes foi realizada durante o 12° ao 16° dia do período de avaliação. As fezes foram recolhidas nas sacolas coletoras, pesadas e amostradas em 20% do total excretado. Essas amostras foram armazenadas em sacos plásticos e mantidas em refrigerador a temperatura de -10 °C. Ao final de cada período de avaliação, as amostras foram homogeneizadas e retirou-se uma sub-amostra por tratamento, de aproximadamente 500 g. A sub-amostra foi colocada em bandeja de alumínio e levada a estufa de ventilação forçada a 55 °C para secagem e posterior análise conforme o item 3.12. O cálculo da digestibilidade aparente de nutrientes da ração fornecida aos animais foi realizado conforme a equação proposta por RYMER (2000), Eq.1:

$$\text{Div}_{\text{ap}} = \frac{[(\text{MSof} * \text{TNof}) - (\text{MSsob} * \text{TNsob})] - (\text{MSf} * \text{TNf})}{[(\text{MSof} * \text{TNof}) - (\text{MSsob} * \text{TNsob})]} \times 100 \quad (1)$$

onde,

Divap = Digestibilidade aparente do nutriente (%);

MSof = Quantidade de matéria seca oferecida (kg);

TNof = Teor do nutriente na MS oferecida (%);

MSsob = Quantidade de matéria seca das sobras (kg);

TNsob = Teor do nutriente na MS das sobras (%);

MSf = Quantidade de matéria seca fecal (kg);

TNf = Teor do nutriente na MS fecal (%).

3.9 Cálculo do índice de valor nutritivo

O índice de valor nutritivo das silagens foram calculados através da fórmula determinada por CRAMPTON et al. (1960)(Eq.2):

$$IVN = (CVR \times \%MSD) / 100 \quad (2)$$

CVR= consumo voluntário relativo

MSD= matéria seca digestível

De acordo com os mesmos autores, o CVR pode ser calculado pela fórmula (Eq.3):

$$CVR = [\text{consumo observado (g MS/PV}^{0,75} \text{/dia)} \times 100] / 80 \quad (3)$$

O consumo voluntário médio de MS foram expressos em gramas por unidade de tamanho metabólico por dia (g de MS/PV^{0,75}/dia) conforme CRAMPTON et al. (1960).

3.10 Aferição do pH ruminal

No 17° dia do período de avaliação, amostras do conteúdo ruminal (aproximadamente 50 g) foram tomadas em diferentes pontos. A primeira amostragem ocorreu imediatamente antes da oferta de alimento matinal (08:00 horas), e as amostras subseqüentes foram colhidas a cada duas horas durante 12 horas, sendo os tempos estabelecidos de 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 após o fornecimento da ração do período da manhã.

O conteúdo ruminal foi filtrado sob pressão manual em tecido de algodão, e o líquido foi homogeneizado, e o seu valor de pH foi imediatamente mensurado através da leitura em potenciômetro digital DIGIMED - DMPH2. Após a aferição a parte sólida e líquida foram homogeneizadas e devolvidas ao rúmen.

3.11 Taxa de desaparecimento de MS e FDN

No 18° dia o conteúdo ruminal foi evacuado completamente 2 horas antes da alimentação e no 19° dia 2 horas após a alimentação de cada período (DADO & ALLEN, 1995). Para facilitar à coleta de sub-amostras, o conteúdo foi espremido em pano de algodão com as mãos para separação de sólidos e líquidos. Uma separação adicional de sólidos e líquidos foi efetuada pela filtragem

da porção líquida através de uma peneira (5 mm de poros). Sub-amostras de aproximadamente 200 g ou 5% do peso total de sólidos e líquidos foram retiradas, reconstituídas e em seguida foram secas em estufa a 65°C, por 48 horas.

Após as amostragens, o conteúdo ruminal foi imediatamente retornado para o rúmen e, visando proporcionar adaptação mais rápida à nova dieta, trocava-se aproximadamente 50% do conteúdo total entre os carneiros no segundo dia de coleta ou 19º da avaliação. A massa de conteúdo ruminal foi obtida somando-se os pesos das frações de sólidos e líquidos. O volume de líquidos foi estimado descontando-se do peso total do conteúdo ruminal a massa de MS (kg), assumindo uma densidade de 1,0 kg/L para a fração líquida.

As taxas de desaparecimento (kd) da MS e FDN no rúmen foram calculadas de acordo com a seguinte equação (RINNE et al., 2002), Eq.4:

$$Kd/h = \left[\frac{\text{(consumo de MS ou FDN, g/dia)}}{\text{conteúdo ruminal de MS ou FDN, kg}} \right] \quad (4)$$

3.12 Tamanho das partículas consumidas

Após o período de avaliação, as amostras foram descongeladas e realizadas a verificação da distribuição do tamanho das partículas.

A distribuição das partículas por tamanhos das silagens de restos do abacaxizeiro e de cana-de-açúcar e sobras foi determinada de acordo com Lammers et al. (1996). Aproximadamente 500 g das forragens ou de sobras foram colocadas em separador das partículas modelo Penn State (Penn State Particle Size Separator, University Park, PA) e, em seguida, submetidas à oito seqüências de cinco movimentos horizontais. A cada seqüência de cinco movimentos, as peneiras eram submetidas a rotação de 90°. Ao final das oito seqüências, as frações retidas nas peneiras de 19 mm, 8 mm e abaixo de 8 mm (fundo) foram transferidas para bandejas, pesadas e usadas para calcular as porcentagens das partículas acima de 19mm (retidas em peneira de 19mm), entre 8 mm e 19mm (retidas na peneira de 8 mm) e abaixo de 8mm. Os demais ingredientes das dietas, não foram submetidos à separação das partículas e, para estes alimentos, a porcentagem das partículas abaixo de 8 mm foi considerada como igual a 100%.

Para o cálculo do tamanho das partículas das rações consumidas (TPC) foi utilizado o tamanho das partículas obtido no oferecido e na sobra. Assim, as quantidades de ingredientes fornecidas pelas dietas (g/dia) foram multiplicadas pelas porcentagens das partículas presentes nas peneiras acima de 19 mm, entre 8 mm e 19 mm e abaixo de 8 mm. Posteriormente, o mesmo foi feito para a determinação do tamanho das partículas para a sobra. E em seguida, através da subtração do tamanho das partículas do oferecido e do recusado foram calculados os consumos de ingredientes para cada extrato de tamanho das partículas.

3.13 Análises bromatológicas

As amostras da dieta completa, das sobras e das fezes foram secas em estufas com ventilação forçada à temperatura de 55°C por 72 horas e moídas em moinhos tipo Willey com crivos de 1mm. Depois de moídas as amostras foram para a estufa por 12 horas a 105°C para determinação da segunda matéria seca de acordo com SILVA & QUEIROZ (2002). Quanto às análises de matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) foram de acordo com a AOAC (1990). As concentrações da FDA e FDN das dietas completas, sobras, fezes e conteúdo ruminal foram determinadas de acordo com Van SOEST et al. (1991) utilizando solução de uréia 8 molar e amilase termoestável (Sigma3306; SigmaChemicalCo., St.Louis,MD). Por diferença entre as concentrações de FDN e FDA foram calculadas os teores de hemicelulose (HEM). E a partir dos resíduos da FDA, procedeu-se à análise de nitrogênio ligado à FDA, resultando o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA).

3.14 Análise estatística

Os dados relacionados a composição bromatológica das dietas foram avaliados utilizando o PROC GLM do SAS (2002) sendo que a comparação das médias entre os tratamentos feita pelo teste de Tukey (SAMPAIO, 2002), considerando o nível de significância de 5%. O modelo estatístico utilizado está

descrito conforme equação abaixo(Eq.5). O quadro de análise de variância está apresentado no Quadro 1.

$$Y_{ijk} = M + T_i + A_j + P_k + E_{ijk} \quad (5)$$

Onde:

Y_{ijk} = valor observado relativo ao animal j que recebeu tratamento i no período k

M = Média geral

T_i = Efeito dos tratamentos

A_j = Efeito de animal

P_k = Efeito de período

E_{ijk} = Erro

Quadro 1. Esquema de análise de variância para a composição bromatológica das dietas

Fonte de Variação	Grau de liberdade
Tratamentos (silagens)	4
Linhas (cordeiros)	4
Colunas (períodos)	4
Erro	12
Total	24

Os dados relacionados a digestibilidade aparente dos nutrientes, pH ruminal, comportamento ingestivo dos animais, taxa de desaparecimento, tamanho das partículas consumidas foram avaliados utilizando o PROC GLM do SAS (2002) sendo que a comparação das médias entre os tratamentos foram feitas por contrastes ortogonais completos, considerando o nível de significância de 5% (Quadro 2). O modelo estatístico é apresentado conforme a equação abaixo (SAMPAIO, 2002)(Eq.6):

$$SQ_{T_i} = (\sum_{i=1}^r T_i C_{ij})^2 / r \sum_{i=1}^r C_{ij}^2 \quad (6)$$

Onde:

SQ_{ij} é a soma de quadrados no contraste j

t é o número de tratamentos

T_i é o total das r repetições do tratamento i

r é o grau de liberdade decomposto ortogonalmente

C_{ij} é o coeficiente do tratamento i no contraste j

Quadro 2. Esquema de análise de variância para a digestibilidade aparente dos nutrientes, pH ruminal, comportamento ingestivo dos animais, taxa de desaparecimento, tamanho das partículas consumidas

Fonte de Variação	Grau de liberdade
Tratamentos (silagens)	4
Decomposição	
Efeito linear	1
Efeito quadrático	1
Efeito cúbico	1
Efeito quártico	1
Erro	20
Total	24

Na Tabela 2 estão apresentados os coeficientes dos polinômios ortogonais utilizados na equação 6 para calcular e verificar os efeitos lineares, quadráticos, cúbicos ou quárticos entre os tratamentos.

Tabela 2. Coeficientes dos polinômios ortogonais por contrastes

Tratamentos ¹	Contrastes ²			
	C1	C2	C3	C4
100A	-2	2	-1	1
75A	-1	-1	2	-4
50A	0	-2	0	6
25A	1	-1	-2	-4

0A	2	2	1	1
Total	0	0	0	0

¹ 100A- 100% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 0% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

75A- 75% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 25% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

50A- 50% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 50% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

25A- 25% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 75% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

0A- 0% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 100% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

² Coeficientes de contraste utilizados na Equação 1 apresentada anteriormente, sendo: C1 – efeito linear; C2 – efeito quadrático; C3 – efeito cúbico; C4 – efeito quártico

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição bromatológica das dietas

As composições bromatológicas das dietas estão apresentadas na Tabela 3. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para os teores de MS entre os tratamentos 100A (29,25% de MS) e 0A (31,05% de MS). Esta diferença pode ser justificada pelo menor teor de MS da silagem de restos culturais do abacaxizeiro (SRA) 21,6% de MS comparada à silagem de cana-de-açúcar com adição de 0,5% de uréia (SC) com teor de 24,8% de MS. E também, possivelmente pela perda por produção de gases e efluentes durante a realização do experimento, no entanto estas variáveis não foram avaliadas neste estudo.

Tabela 3. Composição bromatológica das dietas

Variáveis ²	Tratamentos (%) ¹				
	100A	75A	50A	25A	0A
MS	29,25 ^a	30,86 ^{ab}	30,72 ^b	31,24 ^b	31,05 ^b
MO	95,17 ^a	94,58 ^{ab}	94,45 ^{ab}	95,43 ^a	94,04 ^b
NDT	63,74	63,40	63,19	63,00	63,00
PB	13,59	13,57	13,46	13,50	13,50
FDN	36,20 ^a	42,60 ^b	43,11 ^{bc}	45,42 ^c	49,15 ^d
FDA	23,22 ^a	24,40 ^a	28,72 ^b	29,14 ^b	31,22 ^b
HEM	15,16 ^a	18,20 ^a	16,26 ^a	18,40 ^{ab}	22,32 ^b
NIDA (%NT)	17,23	18,05	17,81	19,29	20,15
MM	4,83 ^a	5,42 ^{ab}	5,55 ^{ab}	4,57 ^a	5,96 ^b

^a Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem entre si ($P > 0,05$)

¹ 100A- 100% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 0% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

75A- 75% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 25% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

50A- 50% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 50% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

25A- 25% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 75% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

0A- 0% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 100% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

²MS- matéria seca definitiva; MO- matéria orgânica; PB- proteína bruta; FDN-fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido; HEM- hemicelulose; NIDA – nitrogênio insolúvel em detergente ácido (% nitrogênio total-NT); MM- matéria mineral; NDT- nutrientes digestíveis totais estimados

Comumente pode ser observada em silagens de cana-de-açúcar confeccionadas em silos experimentais, sob condição ideal de vedação, a elevação no teor de umidade da forragem que chega a ser incrementado em oito unidades percentuais (CASTRO NETO, 2003; SIQUEIRA, 2005). Esse efeito pode ser devido a conversão de sacarose (glicose) à etanol e/ou ácido acético e gera a formação de CO₂ (com perda de MS) e água metabólica (McDONALD;

HENDERSON; HERON, 1991), fato que, teoricamente elevaria o teor de umidade nas silagens. O mesmo poderia ter ocorrido com a SRA por apresentar maior teor de umidade comparado a SC e por ter sido armazenada em sacos plásticos hermeticamente fechados. Em silos de grande escala, similar ao da silagem de cana-de-açúcar, aquele efeito nem sempre é evidente, devido à perda por efluentes conforme observado pelos dados de PEDROSO (2003).

PEDROSO (2003) avaliou a uréia como aditivo na ensilagem da cana-de-açúcar (adição de 0,5% da MS) e observou a redução na produção de gases (de 10,3 para 8,2% da MS) e a perda total de MS (de 18,2 para 12,2%) comparadas à silagem de cana sem aditivos. Neste mesmo estudo o autor observou que, do total da perda de MS em um período de 45 dias (29,2%), 15,8 unidades percentuais foram devido à perda por gases, 12,7 unidades devido à geração de água durante a fermentação e 0,1 unidades devido à lixiviação via efluente.

A dinâmica fermentativa (de 0 a 180 dias após ensilagem) da silagem de cana-de-açúcar sem aditivos (idade de corte 12 meses), foi avaliada por PEDROSO et al. (2005) e observaram que a perda de MS (cerca de 30%) foi decorrente ao desaparecimento de 68% dos carboidratos solúveis.

BERGAMACHINE et al. (2007) avaliaram a composição química de silagem de sorgo misturada com a planta do abacaxizeiro, nas seguintes proporções: 100:0; 67:33; 33:67 e 0:100. Os autores apresentaram teores de MS de 32,91%, 29,65%, 29,88% e 27,94% para os respectivos tratamentos. Eles ainda relatam que as silagens apresentaram baixa perda de MS em consequência do sorgo híbrido 1F-305 (33,71% de MS – idade de corte 110 dias) e das plantas do abacaxizeiro (28,15% de MS – corte após colheita de frutos e mudas) apresentar teores de MS similares ao do momento da ensilagem.

Para a concentração de proteína bruta (PB) e nutriente digestível total (NDT) (Tabela 3) ocorreram pequenas variações entre todos os tratamentos, mas, em geral, os valores foram próximos do proposto pelo NRC (1985) sendo os teores de 13,5% para PB e 63,0% para NDT, visto que as dietas foram balanceadas baseadas nesses valores.

Os teores de FDN 36,20%; 42,60%; 43,11%; 45,42%; 49,15%; para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A e 0A estão apresentados na Tabela 3 e foram

diferentes ($P < 0,05$) à medida que foi incluída a silagem de cana-de-açúcar aditivada com 0,5% de uréia (SC) o que também pode ser justificado pela interação ocorrida entre os dois volumosos quando analisadas os teores de fibra originais das SRA e SC, 35,5% e 48,1%, respectivamente.

Os teores de FDA: 23,22%; 24,40%; 28,72%; 29,14%; 31,22% para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A e 0A estão demonstrados na Tabela 3 e foram diferentes ($P < 0,05$) sendo que os teores mais elevados são os das dietas com maior proporção de SC. O que também podem ser justificado pela interação ocorrida entre os teores de fibra originais das SRA e SC, 23,84% e 38,76%, respectivamente.

Os teores de HEM: 15,16%; 18,20%; 16,26%; 18,40%; 22,32%; para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A 0A, respectivamente, (Tabela 3) foram diferentes ($P < 0,05$) apresentando teores maiores quando a presença de SC teve maior proporção na dieta. Segundo REIS & RODRIGUES (1993), a amônia produzida a partir da uréia possui alta afinidade por água, reagindo e produzindo hidróxido de amônio, uma base fraca capaz de hidrolisar ligações tipo éster das hemiceluloses. Demonstrando que a SC mesmo aditivada com uréia apresentou teores maiores de hemicelulose comparada a SRA.

Os resultados observados para os conteúdos fibrosos da cana-de-açúcar, citados anteriormente, foram similares aos valores verificados na literatura. PEDROSO et al. (2005), avaliaram silagem de cana-de-açúcar com aproximadamente 12 meses de idade, relataram valores de 49,6% para FDN; 32,5% para FDA e 17,1% para hemicelulose. Da mesma forma, AZEVEDO et al. (2003) e FERNANDES et al. (2003), avaliaram 15 variedades industriais de cana-de-açúcar com 16 meses de idade, e observaram valores médios de 48,8% e 48,5% de FDN, 28,9% e 29,3% de FDA e 19,9% e 19,2% de hemicelulose.

Com relação aos resultados observados para os conteúdos fibrosos da SRA foram diferentes dos observados na literatura, possivelmente pela influência de idade da planta no momento do corte e trituração dessas plantas. BERGAMASCHINE et al. (2007) avaliaram a composição de fibra da silagem de planta do abacaxizeiro e observaram valores de 57,14% FDN e 47,17% FDA. Enquanto que RODAS et al. (1991), também analisando a silagem de plantas de abacaxizeiro citam valores de 45% FDN e 42,2% de FDA.

4.2 Consumo voluntário, digestibilidade aparente e índice de valor nutritivo

O consumo de matéria seca (CMS) 636,36 g/dia; 629,90g/dia; 560,53 g/dia; 576,80 g/dia; 582,74 g/dia, para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A, 0A estão apresentados na Tabela 4. Apesar da diferença de 1,8% no teor de MS (Tabela 3) entre os tratamentos 100A e 0A não foi possível observar diferença ($P>0,05$) sobre o CMS. O que pode ser justificado pelo balanceamento da dieta para os nutrientes digestíveis totais (NDT), evitando a limitação do consumo por energia, e também pela DMS não ter apresentado diferença ($P>0,05$).

Tabela 4. Médias de consumo, digestibilidade e índice de valor nutritivo das dietas contendo silagem de restos culturais do abacaxizeiro substituídas por quantidades crescentes de silagem de cana-de-açúcar com adição de 0,5% de uréia

Variáveis ¹	Tratamentos					Linear	Quad	Cub	CV(%)
	100A	75A	50A	25A	0A				
CMS(g/dia)	636,36	629,90	560,53	576,80	582,74	NS	NS	NS	13,81
CVR(g/UTM ²)	62,13	61,60	54,71	56,76	56,87	NS	NS	NS	13,17
CMO(g/dia)	606,79	595,47	538,74	550,45	532,08	NS	NS	NS	15,32
CFDN(g/dia)	259,88	248,12	242,80	277,37	256,39	NS	NS	NS	18,37
DMS(%)	66,58	66,53	65,12	59,49	61,75	NS	NS	NS	11,83
DMO(%)	68,53	69,39	66,82	61,49	63,23	NS	NS	NS	11,13
DPB(%)	68,09	70,57	70,68	73,06	78,05	<0,0329	NS	NS	9,35
DFDN(%)	54,86	56,85	52,47	49,54	55,36	NS	NS	NS	14,54
DFDA(%)	51,58	57,55	59,85	48,32	53,25	NS	NS	NS	18,32
IVN(%)	40,57	41,03	35,85	33,76	35,45	NS	NS	NS	17,83

¹CMS- consumo de matéria seca; CVR- consumo voluntário relativo; CMO- consumo de matéria orgânica; CFDN- consumo de fibra em detergente neutro; DMS- digestibilidade da matéria seca; DMO- digestibilidade da matéria orgânica; DPB- digestibilidade da proteína bruta; DFDN- digestibilidade da fibra em detergente neutro; DFDA- digestibilidade da fibra em detergente ácido; IVN- índice de valor nutritivo

²UTM- unidade tamanho metabólico (PV/kg^{0,75})

Pelos valores de consumo voluntário relativo (CVR) apresentado na Tabela 4, 62,13 g/UTM; 61,60 g/UTM; 54,71 g/UTM 56,76 g/UTM; 56,87 g/UTM; para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A, 0A não houve diferença ($P>0,05$). Sendo assim, mesmo reduzindo a influência do tamanho do animal

sobre o consumo de alimentos, através do CVR (CRAMPTON et al., 1960), não foi possível identificar diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos.

O consumo de matéria orgânica (CMO) de 606,79 g/dia; 595,47 g/dia; 538,74 g/dia; 550,45 g/dia; 532,08 g/dia, para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A, 0A, respectivamente, estão apresentados na Tabela 4. Não observou diferença ($P > 0,05$) sobre o CMO, apesar de a diferença de 1,13% no teor de MO e teor de MM (Tabela 3) entre os tratamentos 100A e 0A. O que pode ser justificado pelo balanceamento da dieta para os nutrientes digestíveis totais (NDT), evitando a limitação do consumo por energia, e também pela DMO não ter apresentado diferença ($P > 0,05$).

Embora os teores de FDN e FDA nas silagens tenham diferido ($P < 0,05$) entre tratamentos (Tabela 3), o consumo de FDN e de FDA das rações experimentais permaneceram similares (Tabela 4). Possivelmente, os efeitos verificados no consumo de FDN possam indicar limitações de consumo de MS das rações contendo a SC. E a digestibilidade da FDA também similares entre os tratamentos possam indicar maior presença de fibra indigestível na SRA e uma pior digestibilidade aparente nos tratamentos contendo este volumoso.

A digestibilidade da matéria seca (DMS): 66,58%; 66,53%; 65,12%; 59,49%; 61,75% para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A, 0A, respectivamente, estão apresentados na Tabela 4 e não diferiram ($P > 0,05$) entre as dietas. Possivelmente decorrente do balanceamento das dietas 13,5% para PB e 63,0% para NDT, o processamento dessas silagens e a taxa de passagem não terem afetado a DMS.

A digestibilidade de fibra em detergente neutro (DFDN) e digestibilidade de fibra em detergente ácido (DFDA) apresentados na Tabela 4 não diferiram ($P > 0,05$) entre as dietas. Isso ocorreu mesmo com os menores ($P < 0,05$) teores de FDN e FDA para os tratamentos contendo SRA (Tabela 3), causados pelo processamento dessas silagens, o que não foi suficiente para afetar a digestibilidade das fibras.

A digestibilidade da proteína (DPB) aumentou de forma linear à medida que foi adicionada a SC sendo os valores de 68,09%; 70,57%; 70,68%; 73,06% e 78,05%, respectivamente para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A

0A (Tabela 4). O que pode ser justificado pela adição de 0,5% uréia no momento da ensilagem da cana-de-açúcar possuindo alta recuperação deste nitrogênio na silagem. E principalmente, a composição desta PB ser basicamente de nitrogênio não protéico (NÑP), sendo que este é altamente solúvel no rúmen e estar prontamente disponível para as bactérias fermentadoras de fibra.

Segundo Van SOEST (1994), os teores de NIDA (nitrogênio insolúvel em detergente ácido) dos alimentos interferem na DPB. Considerando-se somente os teores de NIDA: 17,23%; 18,05%; 17,81%; 19,29%; 20,15%, para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A e 0A, respectivamente, verifica-se que não houve esta interferência já que a DPB aumentou com a inclusão de SC. Possivelmente esse efeito tenha ocorrido em função da inclusão de NÑP na SC.

BERGAMACHINE et al. (2007) avaliaram a digestibilidade de silagens de sorgo misturadas com plantas do abacaxizeiro, nas proporções 100:0; 67:33; 33:67 e 0:100, na alimentação de novilhos Guzerá. Os autores apresentaram coeficientes de digestibilidade para PB de 83,11 e 81,90% para os dois tratamentos com 100% de silagem de sorgo e de silagem de plantas do abacaxizeiro, respectivamente. Esses valores são superiores aos verificados neste trabalho que foi de 78,05% para a DPB do tratamento com 100% de SRA.

Ao avaliar a digestibilidade aparente de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e químicos (1% e 1,5% de uréia) para cordeiros, GENTIL (2006) observou valores de digestibilidade de proteína bruta de 75,83% e 72,0% para os tratamentos com 1% e 1,5% de uréia, respectivamente. Valores estes inferiores aos observados neste trabalho quando foram utilizados exclusivamente a silagem de cana-de-açúcar aditivada com 0,5% de uréia.

De acordo com a Tabela 4, não se verificou diferença ($P>0,05$) para os valores de índice de valor nutritivo (IVN) entre todos os tratamentos, sendo que o valor médio observado foi de 37,34%. Valor esse inferior ao índice de 50%, observado por CRAMPTON et al. (1960) utilizando alfafa (forrageira adotada como padrão) na alimentação de ovinos. Por apresentarem IVN iguais

($P>0,05$), provavelmente devido ao CMS e DMS não apresentarem diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos, mostra que as silagens de restos culturais do abacaxizeiro comparadas à silagem de cana-de-açúcar aditivada com 0,5% de uréia possuem o mesmo valor nutritivo quando utilizadas na alimentação de ovinos.

4.3 Avaliações da efetividade da fibra de silagens para ruminantes

Não houve efeito ($P>0,05$) entre os tratamentos da fibra fisicamente efetiva (FDNfe) (Tabela 5), apresentando valor médio de 25,92%. Diferente do esperado porque houve maior quantidade de fibra fisicamente efetiva e menor teor de FDN nas dietas contendo SRA (Tabela 3) comparado a SC com menor quantidade de fibra fisicamente efetiva e maior teor de FDN (Tabela 3) nas dietas. Sendo assim, fica caracterizado que a SRA foi similar a SC no que diz respeito a abordagem entre a interação das características físicas e químicas desses dois alimentos.

De acordo com a Tabela 5 pode-se inferir que os animais tratados com SRA tiveram preferência por tamanho das partículas maiores (acima de 19 mm) sendo que esse efeito foi reduzido de forma linear. Com relação aos tratamentos em que se utilizou a SC notou-se melhor distribuição da ingestão das partículas e crescente preferência por parte dos animais em partículas de tamanho menores (abaixo de 19 mm).

ALLEN (1997) afirmou que a ingestão voluntária de matéria seca de forragens por ruminantes usualmente é limitada pela distensão resultante do fluxo de digesta pelo trato gastrointestinal. Devido à fermentação e passagem mais lenta da FDN através do retículo-rúmen, quando comparada a outros componentes, essa fração tem sido indicada como principal reguladora de ingestão em dietas baseadas em forragem. Contudo, o autor ressalta que outros fatores como tamanho das partículas, frequência de mastigação, fração indigestível da FDN e taxa potencial de fermentação da FDN podem afetar o enchimento do retículo-rúmen. No presente ensaio esses fatores parecem não ter sido diferentes entre os tratamentos estudados (Tabelas 4 e 5).

Tabela 5. Porcentagem de tamanho das partículas consumido pelos ovinos e fibra fisicamente efetiva (FDNfe)

	Tratamentos					Linear	Quad	Cub	Quar	CV(%)
	100A	75A	50A	25A	0A					
% Partículas consumidas ¹										
Superior >19mm	70,50	68,19	64,59	46,75	43,44	<0,0447	NS	NS	NS	43,81
Média 8<X<19mm	11,76	10,21	10,32	25,33	22,52	<0,0332	NS	NS	NS	65,86
Pequena <8mm	17,73	21,60	25,08	27,92	34,04	NS	NS	NS	NS	60,72
FDNfe ²	21,05	28,70	25,27	27,79	26,80	NS	NS	NS	NS	22,83
MEFI ³	55,55	67,03	52,50	60,26	50,18	NS	NS	NS	NS	23,38

¹(MS Oferecida x %retidas nas peneiras – MS sobra x % retidas nas peneiras) ÷ total retido nas peneiras (LAMMERS et al., 1996)

²FDNfe – fibra em detergente neutro fisicamente efetiva; FDNfe=%FDN x MEFI

³MEFI – índice de efetividade da fibra (BUCKMASTER et al., 1997);

$$MEFI = \frac{FDN(g) \cdot MEF(E_{>19mm} \cdot X_{>19mm} + E_{8-19mm} \cdot X_{8-19mm} + E_{<8mm} \cdot X_{<8mm})}{(X_{>19mm} + X_{8-19mm} + X_{<8mm})}$$

sendo que X=amostra de silagens (g)

contida em cada peneira e E=coeficiente de efetividade

Além da distribuição das partículas, teor de umidade (21,6%) da SRA e a mistura da ração contendo essa silagem podem ter auxiliado numa possível redução na separação e seleção de ingredientes. Pode ser mencionado também que a característica visual da SRA “forma de estopa” pode auxiliar na agregação das partículas menores (concentrado) e diminuir a seleção de ingredientes.

MENDES (2006) avaliaram ovinos da raça Santa Inês alimentados com silagem de cana-de-açúcar aditivada e cana-de-açúcar *in natura* picada sobre a distribuição do tamanho das partículas dos volumosos. O autor constatou maior tamanho médio das partículas para as silagens quando comparadas a cana *in natura* picada, e também a preferência dos animais por partículas de tamanho médio (19mm>X>8mm) para ambos os tratamentos.

YANG et al.(2001) avaliaram o efeito do processamento do grão (1,6 mm e 1,36 mm), relação volumoso:concentrado (35:65 e 55:45) e comprimento das partículas (7,59 mm e 6,08 mm) sobre a composição e produção de leite. Os autores observaram que a redução no tamanho das partículas não afetou a

produção de leite, porém houve tendência de redução ($P < 0,12$) nos teores de gordura e proteína.

Pelos valores apresentados na Tabela 6 o tempo gasto (min/dia e min/g de MS) com alimentação apresentou efeito quadrático com a inclusão de SC. Possivelmente, esse efeito tenha sido causado pelo maior desprendimento dos animais na seleção dos alimentos quando foi ofertada maior proporção desses dois volumosos ocorridos no tratamento 50A. Já os tempos gastos (min/dia e min/g de MS) com ruminção e mastigação tiveram aumento linear no tempo gasto à medida que a SC substituiu a SRA.

Tabela 6. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de restos culturais do abacaxizeiro substituídas por quantidades crescentes de silagem de cana-de-açúcar com adição de 0,5% de uréia

	Tratamentos					Linear	Quad	Cub	Quar	CV(%)
	100A	75A	50A	25A	0A					
CMS(g/dia)	636,36	629,90	570,38	576,82	566,98	NS	NS	NS	NS	15,16
CFDN(g/dia)	259,88	248,12	242,80	277,37	256,39	NS	NS	NS	NS	23,62
	Alimentação									
min/dia	227	277	315	262	253	NS	<0,0039	NS	NS	12,41
min/g MS	0,37	0,45	0,57	0,45	0,46	NS	<0,0303	NS	NS	19,34
min/g FDN	1,17	1,10	1,33	1,02	0,93	NS	NS	NS	NS	22,11
	Ruminação									
min/dia	371	394	433	424	567	<0,0103	NS	NS	NS	23,74
min/g MS	0,60	0,65	0,77	0,72	1,02	<0,0017	NS	NS	NS	22,07
min/gFDN	1,92	1,58	1,76	1,64	2,08	NS	NS	NS	NS	29,42
	Mastigação									
min/dia	598	671	748	766	820	<0,0006	NS	NS	NS	12,17
min/gMS	0,97	1,10	1,34	1,26	1,48	<0,0009	NS	NS	NS	14,64
min/gFDN	3,09	2,68	3,09	2,99	3,01	NS	NS	NS	NS	17,99
	Ócio									
min/dia	842	769	692	754	620	<0,0128	NS	NS	NS	16,51

¹CMS-consumo de matéria seca; CFDN-consumo da fibra em detergente neutro

CARDOSO et al. (2006), avaliando o comportamento ingestivo de cordeiros com idade média de 42 dias e peso médio de 19,28 kg alimentados com diferentes teores de FDN na dieta (25%; 31%; 37% e 43%), observaram redução linear no consumo de matéria seca com o aumento do teor de FDN da dieta. Entretanto, não houve influência ($P>0,05$) dos teores de FDN sobre os tempos despendidos pelos animais com as atividades de ingestão, ruminação e mastigação total. Estes autores obtiveram tempos médios despendidos com ingestão de 213,75 e 177,50 min/dia, ruminação de 508,75 e 501,25 min/dia e mastigação de 722,5 e 678,75 min/dia para as dietas contendo 37 e 43% de FDN, respectivamente.

Ao avaliar o comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com rações contendo como volume cana-de-açúcar e teores de FDN de 32,1%; 38,9% e 42,4%, MENDES (2006) verificaram aumento no tempo de ruminação de 508 min/dia a 525 min/dia, e redução no consumo de MS de 2,77 kg/dia para 2,23 kg/dia.

4.4 Cinética e pH ruminal

MERTENS & ELY (1982) propuseram um modelo de desaparecimento de fibra da área digestiva em ruminantes baseado na taxa e na extensão da digestão de forragens. Os autores sugerem que o consumo máximo de MS digestível seja afetado mais pela proporção de fibra indigestível e taxa de passagem (Tabela 7) do que pela taxa de digestão de fibra.

Conforme descrito na Tabela 7, houve redução sobre a taxa de desaparecimento de MS (%/h) do rúmen com a adição de SC. Os valores apresentados são 8,08%/h; 8,31%/h; 5,85%/h; 6,49%/h; 7,03%/h, para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A e 0A, respectivamente.

A taxa de desaparecimento é em função da taxa de passagem e taxa de digestão. Assim, quando a ingestão de alimento aumenta, a taxa de passagem aumenta e o tamanho das partículas que deixam o rúmen também podem ser maiores (Van SOEST, 1994). No caso deste trabalho não houve aumento no CMS entre os tratamentos, a taxa de desaparecimento da MS para os tratamentos

contendo a SRA foram maiores, sendo assim pode-se dizer que a taxa de digestão da MS da SRA foi menor para os tratamentos contendo essa silagem.

Tabela 7. Médias de consumo, taxa de desaparecimento e pH das dietas contendo silagem de restos culturais do abacaxizeiro substituídas por quantidades crescentes de silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de uréia

Variáveis ³	Tratamentos ¹					Efeitos ²				CV(%)
	100A	75A	50A	25A	0A	Lin	Quad	Cub	Quar	
CMS(g/dia)	636,36	629,90	570,38	576,82	566,98	NS	NS	NS	NS	15,16
CFDN(g/dia)	259,88	248,12	242,80	277,37	256,39	NS	NS	NS	NS	23,62
MSkd(%/h)	8,08	8,31	5,85	6,49	7,03	<0,0373	NS	NS	NS	34,20
MSto(h)	13,18	12,86	21,62	18,62	17,34	NS	NS	NS	NS	31,82
FDNkd (%/h)	4,00	5,80	3,20	3,00	4,00	NS	NS	<0,0029	NS	27,93
pH ruminal	6,16	6,16	6,33	6,42	6,63	<0,0003	NS	NS	NS	2,81

¹100A- 100% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 0% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia
 75A- 75% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 25% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia
 50A- 50% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 50% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia
 25A- 25% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 75% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia
 0A- 0% silagem de restos culturais do abacaxizeiro + 100% silagem de cana-de-açúcar c/0,5% uréia

²Lin-linear; Quad-quadrático; Cub-cúbico; Quar-quártico

³CMS-consumo matéria seca; CMO-consumo de matéria orgânica; CFDN-consumo de fibra em detergente neutro, MSkd-taxa de desaparecimento de MS; MSto-taxa de renovação de MS; FDNkd- taxa de desaparecimento de FDN

A taxa de passagem (%/h) tem enorme influência sobre a eficiência microbiana e essa melhora à medida que a taxa de passagem microbiana aumenta. A renovação mais rápida do conteúdo ruminal favorece uma população microbiana mais jovem, que tem menor exigência de manutenção e que direciona a maior parte dos nutrientes para o seu crescimento (SANTOS, 2006).

Utilizando carneiros fistulados no rúmen VARGA & PRIGGE (1982) avaliaram o efeito de duas forrageiras (alfafa e grama) e dois níveis (alto = 90%; baixo= 60% de ingestão de MS) de ingestão, e utilizando marcadores, sobre as taxas de *renovação* (%/h) para sólidos e líquidos da digesta e sobre o tempo de retenção (h). Os autores observaram taxa média de *renovação* para sólidos de 5,97%/h e tempo médio de retenção de 16,9 horas. Quanto à taxa de *renovação* para líquidos e para os dois níveis de ingestão, foram encontrados valores respectivamente de 7,1%/h e 3,1%/h.

A taxa de renovação (MSto) não foi diferente ($P>0,05$) entre os tratamentos e o valor médio de 16,72 h. Este valor foi similar ao observado no estudo de VARGA & PRIGGE (1982).

A taxa de desaparecimento da FDNkd (%/h) teve efeito cúbico entre os tratamentos, conforme apresentado na Tabela 6. As taxas são 4,00; 5,80; 3,20; 3,00; 4,00, respectivamente para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A e 0A.

Esse efeito pode ter sido provocado pela composição química da dieta, pois o nutriente FDN não foi balanceado para todos os tratamentos, ou ainda pelo efeito associativo dos alimentos utilizados. NUSSIO & LIMA (2006) relatam que a digestão de carboidratos estruturais pelos ruminantes pode ter efeito tanto negativo quanto positivo. E pode haver preferência pela digestão dos carboidratos solúveis ou amido por parte das bactérias do rúmen. Os efeitos associativos podem ser percebidos quando há alimentos com taxa de digestão diferenciada ou com distinta velocidade de passagem.

KELLEMS et al.(1979) após separarem por frações (folhas verde e secas, colmos, raízes) e analisarem as plantas do abacaxizeiro de 3 para 4 anos de idade constataram média de 13,84% de amido, 7,95% de lignina, 58,42% de FDN e 33,37% de FDA. Já CARVALHO et al. (1985) avaliaram os caules de 17 cultivares de abacaxi e verificaram que o *Ananas comosus* cv. Pérola possui 6,15% de amido. Apesar do amido não ter sido avaliado no presente estudo possivelmente a sua presença nos tratamentos com a SRA podem ter influenciado nesse efeito associativo dos alimentos e na variação do pH conforme a seguir.

O pH ruminal aumentou de forma linear (Tabela 7) com a adição de SC, e os valores de 6,16; 6,16; 6,33; 6,42; 6,63, foram respectivamente para os tratamentos 100A, 75A, 50A, 25A e 0A. Uma variação de pH ruminal de 0,5 unidades manteria a atividade microbiana próxima do normal, e Van SOEST (1994) relata ainda que valores inferiores a 6,2 podem inibir a taxa de digestão e aumentar o tempo de colonização para a degradação da parede celular.

A eficiência microbiana também sofre interferência do pH ruminal e segundo SANTOS (2006), as que são mais afetadas são as bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos, sensíveis a valores de pH inferiores a 6,0.

Nesse trabalho pode-se observar pelos valores médios de pH ruminal que não ocorreu limitação por parte da variável pH, em se tratando de crescimento microbiano, mesmo que o resultado observado para os tratamentos 100A e 75A estejam próximos daquele limite. Possivelmente, essa redução de pH possa ter ocorrido por uma maior proporção de ácido propiônico em relação ao ácido acético nos tratamentos contendo a SRA, no entanto neste trabalho os ácidos graxos voláteis não foram analisados.

5 CONCLUSÃO

Com base no índice de valor nutritivo, a silagem de restos culturais do abacaxizeiro pode substituir a silagem de cana-de-açúcar adicionada com 0,5% de uréia.

Novas pesquisas devem ser realizadas utilizando os restos culturais do abacaxizeiro na alimentação de ruminantes seja relacionada com os custos de produção, forma de processamento, desempenho animal, avaliação de carcaça entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1447-1462, 1997.
2. ALLI, I; FAIRBAIRN, R; BAKER, B. E.; GARCIA, G. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.9, p.291-299, 1983.
3. ANDRADE, J.B.; FERRARI JÚNIOR, E; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem da cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida de rolão de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 9, p.1169-1174, 2001.
4. ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2006.
5. ARMENTANO, L. E. Fibra fisicamente efetiva e carboidratos na ração: onde está o equilíbrio? In: IX Curso Enfoque na Produção e Reprodução de Bovinos, 2005, Uberlândia, **Anais...** Botucatu: UNESP, 2005, p.357-377.
6. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th. ed. Arlington, 1990. v.1, 1117p.
7. AZEVEDO, J. A. G.; PEREIRA, J. C.; CARNEIRO, P. C. S.; et al. Avaliação da divergência nutricional de variedades de Cana-de-Açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.32, n.6, p.1431-1442, 2003.
8. BARBOSA, A. L. G.; BERGAMASCHINE, A. F.; FILHO, V. V. V.. et al. Avaliação de silagens feitas com diferentes proporções de sorgo (*S. bicolor*) e plantas de abacaxi (*A. comosus*) por meio do desempenho de bovinos jovens confinados. In: REUNIAO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007. Jaboticabal. **Anais eletrônicos...**[CD ROM], Jaboticabal: UNESP, 2007.
10. BEAUCHEMIN, K. A.; BUCHANAN-SMITH, J. G. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and alfalfa hay quality on chewing, rumen function, and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.3140-3151, 1991.
11. BERGAMASCHINE, A. F.; BARBOSA, A. L. G. YAKOBATAKE, K. L. A. et al. Composição química e digestibilidade de silagens mistas de sorgo (*S. bicolor*) e plantas de abacaxi (*A. comosus*). In: REUNIAO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007. Jaboticabal. **Anais eletrônicos...**[CD ROM], Jaboticabal: UNESP, 2007.

12. BOIN, C. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 6., 1987, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1987. p.55-57.
13. BUCKMASTER, D. R.; HEINRICHS, R. A.; LAMMERS, B. P. Characterizing effective fiber with particle size and fiber concentration interactions. In: XVIII International Grassland Congress, 1997, Winnipeg, Manitoba, **Proceedings...** Canada: Canadian Forage Council, 1997, p. 71-82
14. CAMPOS, P.R.S.S; VALADARES FILHO, S.C. CECON, P.R. et. al. Estudo comparativo da cinética de degradação ruminal de forragens tropicais em bovinos e ovinos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, n.6, p.1181-1191, 2006.
15. CARDOSO, A. R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D. B. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural** , Santa Maria, v.36, n.2, p.604-609, mar-abr, 2006.
16. CARVALHO, V. D.; CUNHA, G. A. P.; PAULA, M. D.; CHITARRA, M. I.F. Teores de carboidratos no caule de algumas cultivares de abacaxi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**.v.21, p.147-157, 1985.
17. CASTRO NETO, A. G. **Avaliação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos**. 2003.101f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
18. CHURCH, D.C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. 2ed. Waveland: New Jersey, 1993. 564p.
19. COLENBRANDER, V. F.; NOLLER, C. H.; GRANT, R. J. Effect of fiber content and particle size of alfalfa silage on performance and chewing behavior. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 2681-2681, 1991.
20. CORREIA, M. X. C.; COSTA, R. G.; 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**, Viçosa, v.35, n.4, p. 1822-1828, jul./set. 2006 (supl.).
21. CRAMPTON, E. W.; DONEFER, G.; LLOYD, L. E. A nutritive value index for forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 19, n. 2, p. 538-544, 1960.
22. CUNHA, G.A.P; CABRAL, J.R.S.;SOUZA,L.F.S. **O Abacaxizeiro cultivado, agroindústria e economia**. 1ed.Brasília: Embrapa,1999.480p.
23. DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber on inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.118-133, 1995.

24. DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. **Australian Journal of Agricultural Research** , Collingwood, v.50, p.757-773, 1999.
25. DOLBERG, F. Progress in the utilization of urea-ammonia treated crop residues: nutritional dimensions and application of the technology on small farms. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.130-145.
26. DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. **Journal of Applied Microbiology** , Oxford, v.87, p. 583-594, 1999.
27. FADEL, R.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P. et al. Valor nutritivo da palha de arroz amonizada com ovinos. **Ciência Animal Brasileira** v. 5, n. 1, p. 19-25, jan./mar. 2004
28. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 23 jan. 2008.
29. FERNANDES, A. M.; QUEIROZ, A. C.; PEREIRA, J. C.; et al. Fracionamento e cinética da degradação *in vitro* dos carboidratos constituintes da cana-de-açúcar com diferentes ciclos de produção em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.32, n.6, p.1778-1785, 2003.
30. FILHO, S. C. V.; PINA, D. S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.151-179.
31. FIRKINS, J. L. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber. **Journal of Dairy Science**, Savoy, USA, v.80, n.7, p.1426-1437, 1997.
32. GENTIL, R. S. **Silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano na alimentação de cabras em início de lactação**. 2006. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz., Universidade de São Paulo, Piracicaba.
33. GRIEVE, C. M.; OSBOURN, D.F. The nutritional value of some tropical grasses. **J. Agric. Sci.**, Cambridge, v.65, n.3, p.411-417, Dez. 1965.
34. HAN, Y.W.; CATALANO, E.A.; CIEGLER, A. Chemical and physical properties of sugarcane bagasse irradiated with γ rays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 31, n. 1, p. 34-38, 1983.
35. HUBER, J. T.; FOLDAGER, J.; SMITH, N. E. Nitrogen distribution in corn silage treated with varying levels of ammonia. **Journal of Animal Science**, Albany, v.48, n.6, p.1509-1515, 1979.
36. HUNTINGTON, J. A.; GIVENS, D. I. Studies on *in situ* degradation of feeds in the rumen. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.68, p.115-129, 1997.

37. IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo Agropecuário. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em 05 de set.2006
38. JUNQUEIRA, M. C. **Aditivos químicos e inoculantes microbianos em silagens de cana-de-açúcar: perdas na conservação, estabilidade aeróbia e o desempenho de animais**. 2006. 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz., Universidade de São Paulo, Piracicaba.
39. KELLEMS, R. O.; WAYMAN, O.; NGUYEN, A. H. Post-harvest pineapple plant forage as a potential feedstuff for beef cattle: evaluated by laboratory analyses, *in vitro* and *in vivo* digestibility and feedlot trials. **Journal Animal Science**, v. 48, n. 5, p. 1040-1048, 1979.
40. LAMMERS, B.P.; BUCKMASTER, D. R.; HEINRICHS, A. J. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.5 p.922-928, 1996.
41. MAEKAWA, M.; BEAUCHEMIN, K.A.; CHRISTENSEN, D.A. Chewing activity, saliva production and ruminal pH of primiparous and multiparous lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science** , Lancaster, v. 85, p.1176-1182, 2002.
42. McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage** . 2nd ed. Merlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p.
43. MENDES, C.Q. **Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo**. 2006. 103p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
44. MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1463-1481, 1997.
45. MERTENS, D. R.; ELY, O. L. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization. **Journal of Animal Science**, v.54, p.895-905, 1982.
46. MÜLLER, Z. O. Feeding potential of pineapple waste for cattle. **World Animal Review**, v. 25, n. 1, p. 25-29, 1978.
47. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of domestic animais. Nutrient requirements of sheep**, 6. ed. revisada Washington: National Academy of Science, 1985. 112p.
48. NUSSIO, L. G., SCHIMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPOSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: UEM, 2004.

49. NUSSIO, L. G.; SCHIMIDT, P.; QUEIROZ, O. C. M. Alternativas de uso e manejo de cana-de-açúcar para bovinos. In: SIMPOSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 7., 2005, Goiânia, GO. **Anais...Goiânia**: CBNA, 2005.
50. NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.182-228.
51. OFFER, N.W., DIXON, J. Factors affecting outflow rate from the reticulo-rumen. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Series B, v. 70, n.11, p.833-844, 2000.
52. OLIVEIRA, J. S.;SOBRINHO, F. S.; REIS, F. A. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do estado de Goiás. **Pesq Agropec Trop**, Goiânia, v.37,n.1, p.45-50, mar. 2007.
53. PALKOVA, Z.; JANDEROVA, B.; GABRIEL, J.; ZIKANNOVA, B.; POSPISEK, M.; FORSTOVA, J. Ammonia mediates communication between yeast colonies. **Nature** , Londres, v.390, p.532-536, 1997.
54. PAZIANI, S. F. **Controle de perdas na ensilagem, desempenho e digestão de nutrientes em bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de capim tanzânia** . 2004. 208 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
55. PEDROSO, A. F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**.2003.120 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz., Universidade de São Paulo, Piracicaba.
56. PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; BARIONI, W. Jr.; RODRIGUES, A. A.; LOURES, D. R. S.; CAMPOS, F.; RIBEIRO, J. L.; MARI, L.; ZOPOLLATTO, M.; JUNQUEIRA, M.; SCHMIDT, P.; PAZIANI, S. F.; HORII, J. Performance of holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri* . **Pesquisa Agropecuária Brasileira** , Brasília, v.41, n.4, p.649-654, 2006.
57. PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; LOURES, D. R. S.; IGARASI, M. S.; COELHO, R. M.; PACKER, I. H.; HORII, J.; GOMES, L. H. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.5, p.427-432, 2005.
58. PRADO, I. N.; LALLO, F. H.; ZEOULA, L. M. et al. Níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduo Industrial de abacaxi sobre o desempenho de bovinos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p.737-744, 2003

59. PRESTON, T. R.; LENG, R. A. Supplementation of diets based on fibrous residues and by-products. In: SUNDSTOL, F; OWEN, E. **Straw and other fibrous by-products as feed: developments in animal and veterinary sciences**. Amsterdam: Elsevier, 1984. p.373-413.
60. REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. **Amonização de volumosos**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 22p.
61. RINNE, M.; HUHTANEN, P.; JAAKKOLA, S. Digestive processes of dairy cows fed silages harvested at four stages of grass maturity. **Journal of Animal Science**, v. 80, p.1986-1 998, 2002.
62. RODAS, E. V.; ORTIZ, G. A. O.; VADILO, J. C. V. Utilización del ensilaje de planta de pina (*Ananas comosus*) en la alimentación de bovinos en confinamiento. **Técnica Pecuaria en México**, v. 29, n. 3, p. 111-116, 1991.
63. ROMNEY, D.L.; GILL, M. Intake of forages. In: GIVENS, D.I. et al.; OWEN, E.; AXFORD, R.F.E. (Eds.). **Forage evaluation in ruminant nutrition**. CABI, 2000. p. 43-62.
64. RYMER, C. The measurement of forage digestibility *in vivo*. In: GIVENS, D.I., OWEN, E., AXFORD, R.F.E.. **Forage evaluation in ruminant nutrition**. London: CAB International, 2000. p.113-134.
65. SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. 2.ed. Belo Horizonte : Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2002. 265p.
66. SANTOS, F. A. P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.255-284.
67. SCHMIDT, P.; MARI, J. L.; NUSSIO, L. G.; PEDROSO, A. F.; et al. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1666-1675, 2007
68. SILVA, D. J.;QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
69. SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocere. 1979. 380p.
70. SIQUEIRA, G. R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos químicos e bacterianos**. 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
71. STENSIG, T.; WEIBJERG, M. R.; HVELPLUND, T. Evaluation of different methods for the determination of digestion and passage rates of fibre in the of dairy cows. **Acta Agricultural Scandnavian**. Sect. A. Animal Science, v. 48, n.3, p. 141-154,1998.

72. VALVASORI, E.; LUCCI, C. S.; PIRES, F. L.; ARCARO, J. R. P.; ARCARO Jr., I. Desempenho de bezerros recebendo silagens de sorgo ou de cana-de-açúcar como únicos alimentos volumosos. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci.**, São Paulo, v. 35, n. 5, p. 229-232, 1998.
73. Van SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed.Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
74. Van SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
75. VARGA, G.A.; PRIGGE, E.C. Turnover Rates Influence of forage Species and Level of Intake on Ruminant. **Journal of Animal Science**, v.55, p.1498-1504, 1982.
76. WELCH, J. G.; SMITH, A. M. Physical stimulation of rumination activity. **Journal of Animal Science**, v.33, p.1118-1123, 1971.
77. WIERINGA, O. W. The effect of wilting on butyric acid fermentation in silage. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.6, n.3, p. 204-210, 1958.
78. YANG, W. Z.; BEAUCHEMIM, K. A.; RODE, L. A. Effects of grain processing, forage to concentrate ration, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. 2203-2216, 2001.