

**DANNYLO OLIVEIRA DE SOUSA**

**Consumo, cinética e ecossistema ruminal de tourinhos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) fresca ou ensilada, com alta ou baixa digestibilidade da fibra**



**Pirassununga**

**2013**

**DANNYLO OLIVEIRA DE SOUSA**

**Consumo, cinética e ecossistema ruminal de tourinhos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) fresca ou ensilada, com alta ou baixa digestibilidade da fibra**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

**Departamento:**

Nutrição e Produção Animal

**Área de concentração:**

Nutrição e Produção Animal

**Orientador:**

Prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva

Pirassununga

2013

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

## DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2804  
FMVZ

Sousa, Dannylo Oliveira de  
Consumo, cinética e ecossistema ruminal de tourinhos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) fresca ou ensilada, com alta ou baixa digestibilidade da fibra / Dannylo Oliveira de Sousa. -- 2013.  
66 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2013.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva.

1. Cana-de-açúcar. 2. Consumo. 3. Digestibilidade. 3. Silagem de cana-de-açúcar. 4. Taxa de passagem. I. Título.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

*Comissão de Ética no uso de animais*

## CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Consumo, cinética e ecossistema ruminal de tourinhos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) fresca ou ensilada, com alta ou baixa digestibilidade da fibra", protocolado sob o nº 3007/2013, utilizando 8 (oito) bovinos, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da "Comissão de Ética no uso de animais" da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 15/5/2013.

We certify that the Research "Intake, rumen kinetics and rumen ecosystem in young bulls fed with either fresh or ensiled sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) with either high or low fiber digestibility", protocol number 3007/2013, utilizing 8 (eight) bovine, under the responsibility Prof. Dr. Luis Felipe Prada e Silva, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by "Ethical Committee in the use of animals" of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo and was approved in the meeting of day 5/15/2013.

São Paulo, 20 de maio de 2013.

Denise Tabacchi Fantoni  
Presidente

## FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: SOUSA, Dannylo Oliveira

Título: **Consumo, cinética e ecossistema ruminal de tourinhos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) fresca ou ensilada, com alta ou baixa digestibilidade da fibra**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

### Banca Examinadora

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Ercio** e **Edileuza**, pelo amor e apoio em todas as fases da minha vida, pela presença constante e pelos ensinamentos.

Aos meus irmãos, **Daniel** e **Thays**, pelo apoio e por todos os bons momentos vividos juntos.

À minha avó, **Maria Aparecida**, por todo amor e pelas orações.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por tudo.

À minha família por ser a minha base sólida para encarar a vida com coragem e dignidade. Minha eterna gratidão.

À Larissa e sua família, por todo amor e carinho dedicado a mim.

Ao meu amigo, professor e orientador Prof. Luis Felipe Prada e Silva, por todos os ensinamentos e pela confiança. Um exemplo de caráter e profissionalismo.

Aos meus amigos e colegas do LPGC, Juliane Diniz, Bruno Mesquita, Bárbara Marques, Frederich Diro, Marina Carvalhor, Lígia Mesquita, Senhor Sérgio, João Penso, Renan Augusto, Henrique (Bronha), Rodigo (Gorgonzola), Mauricio (Piriquito), pelos momentos de companheirismo.

A todos os professores do Departamento de Nutrição e Produção Animal, em especial, Marcos Veiga dos Santos, Francisco Palma Rennó, Augusto Gameiro, Alexandre Gobesso e Paulo Mazza pela amizade e pelo conhecimento compartilhado.

Ao Prof. Jim Drouillard da Kansas State University que me acolheu nos EUA durante o meu estágio em pesquisa.

Aos amigos da Kansas State University, Geovani Feltrin, Eric van Cleef, Flavia Scarpino, Cadra van Bibber, Kevin Miller e Christian Alvarado.

Aos meus amigos e irmãos Tiago Tomazi, Juliane Diniz e Alejandro Vargas. Estes, não apenas por estarem ao meu lado nos momentos bons, mas principalmente, por dividirem fardos pesados em momentos difíceis. Obrigado sempre!

A todos os funcionários do VNP. Em especial, ao João Paulo, Alessandra, Fábía, Luciano e Suélen. A vocês meu sincero agradecimento.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/USP) pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelas verbas destinadas para bolsa de mestrado e auxílio ao projeto.

A todos que aqui não citei, mas que de alguma forma contribuíram para a realização do trabalho.

**MUITO OBRIGADO!**

## **EPÍGRAFE**

“O segredo do sucesso é a constância no propósito”.

**Benjamin Disraeli**

## RESUMO

**SOUSA, D. O. Consumo, cinética e ecossistema ruminal de tourinhos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) fresca ou ensilada, com alta ou baixa digestibilidade da fibra.** [Intake, rumen kinetics and ruminal ecosystem in young bulls fed with either fresh or ensiled sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) with either high or low fiber digestibility]. 2013 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

A qualidade da fibra é um dos fatores mais importantes que regulam o consumo de matéria seca dos ruminantes. A ensilagem altera a qualidade nutricional da forragem conservada. Contudo, o objetivo deste estudo foi avaliar o consumo, cinética e ecossistema ruminal de tourinhos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) fresca ou ensilada, com alta ou baixa digestibilidade da fibra, sobre os seguintes parâmetros: 1) consumo de matéria seca; 2) taxa de digestão e passagem ruminal da FDN; 3) parâmetros de fermentação ruminal e 4) quantificação de bactérias ruminais celulolíticas e amilolíticas. Foram utilizados oito novilhos da raça Nelore, fistulados no rúmen, com peso vivo de  $275 \pm 22$  kg e 18 meses de idade. As rações experimentais foram compostas de 60% de concentrado na matéria seca. O delineamento experimental foi de dois quadrados latinos 4x4 contemporâneos. A massa total do conteúdo ruminal e volume foram determinados por esvaziamento total do rúmen. O genótipo de alta DFDN aumentou o consumo de MS, somente na forma de silagem. O processo de ensilagem não alterou o efeito da alta DFDN sobre o CMS. Os tratamentos com cana fresca não tiveram diferença no CMS, quanto ao genótipo da cana. O aumento da DFDN ou o modo de conservação da cana não afetaram a digesta total do rúmen, a quantidade de MS e o teor FDNi no compartimento ruminal. Já a quantidade de FDN na digesta ruminal aumentou com a redução da qualidade da fibra. A maior digestibilidade da fibra e a conservação na forma de silagem aumentaram a taxa de renovação e a taxa de passagem da FDN. A taxa de digestão foi maior para os tratamentos com silagem de cana. A alimentação com cana fresca aumentou o total de AGCC e a concentração molar de propionato. Já os tratamentos com silagem obtiveram pH mais elevado e maior concentração molar de ácido acético. A menor digestibilidade da fibra aumentou a

concentração da amônia ruminal. A alimentação com cana fresca aumentou a população das bactérias amilolíticas da espécie *Streptococcus bovis*, assim com as bactérias fibrolíticas das espécies *Ruminococcus albuns* e *Fibrobacter succinogenes*. A maior digestibilidade da fibra aumenta a taxa de passagem e conseqüentemente, o consumo de matéria seca de novilhos alimentados com silagem de cana-de-açúcar. O processo de ensilagem não interfere no efeito da maior DFDN sobre o CMS.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Consumo. Digestibilidade. Silagem de cana-de-açúcar. Taxa de passagem.

## ABSTRACT

SOUSA, D. O. **Intake, rumen kinetics and ruminal ecosystem in young bulls fed with either fresh or ensiled sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) with either high or low fiber digestibility.** [Consumo, cinética e ecossistema ruminal de tourinhos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) fresca ou ensilada, com alta ou baixa digestibilidade da fibra]. 2013. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

The quality of fiber is one of the most important factors that regulate dry matter intake of ruminants. The ensiling process affects the nutritional quality of the conserved forage. Therefore, the aim of this study was to evaluate the intake, kinetics and ruminal ecosystem in young steers fed either fresh or ensiled sugarcane (*Saccharum officinarum* L.), with either high or low fiber digestibility, on the following parameters: 1) dry matter intake, 2) ruminal NDF digestion and passage rate, 3) ruminal fermentation parameters, and 4) quantification of amylolytic and cellulolytic rumen bacteria. Eight ruminally cannulated Nelore steers ( $275 \pm 22$  kg), approximately 18 months old, were used. The experimental diets contained 60% of concentrate on a dry matter basis. The experimental design was a replicated 4 x 4 Latin square. The total digesta and ruminal volume were measured by manual evacuation of digesta. Greater fiber digestibility increased DM intake only when fed as silage, therefore the ensiling process does not alter the effect of high digestibility on DMI. When fed as fresh sugarcane, the treatments (high or low NDFD) had no effect on DMI. High NDFD, or method of conservation, had no effect on rumen digesta, amounts of DM or indigestible NDF (INDF), in the rumen. Low digestibility increased the amount of NDF in the rumen. High NDFD and sugarcane preserved as silage increased ruminal NDF turnover and passage rate. Ensiling sugarcane increased the NDF digestion rate. Fresh sugarcane increased the total of SCFA and molar concentration of propionate in the rumen. Sugarcane silage treatments had a higher rumen pH and molar concentration of acetate. Low NDFD increased the concentration of ruminal ammonia. Fresh sugarcane increased the population of amylolytic and fibrolytic

rumen bacteria. The higher NDFD increases the passage rate and consequently the DMI of steers fed sugarcane silage. The ensiling process does not alter the effect that high NDFD has on DMI.

Key words: Sugarcane. Intake. Digestibility. Sugarcane silage. Passage rate.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estabilidade aeróbica de silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia, benzoato de sódio e inoculantes contendo <i>L. plantarum</i> (BAL) e <i>L. buchneri</i> (Buch).....	24
Figura 2 - Relação entre a concentração (mM/dL) dos AGCC em relação ao Tempo (horas).	44
Figura 3 - Relação entre a concentração (mM/dL) de Propionato e o Tempo (horas), em função do modo de conservação da cana-de-açúcar (Fresca ou Ensilada).....	46
Figura 4 - Relação entre a Razão A:P e o Tempo (horas), em função do modo de conservação da cana-de-açúcar (Fresca ou Ensilada).....	46
Figura 5 - Relação entre a Amônia ruminal (mg/dL) e o Tempo (horas), em função do modo de conservação da cana-de-açúcar (Fresca ou Ensilada).....	47
Figura 6 - Relação entre o pH ruminal e o tempo (hora), em função do modo de conservação da cana-de-açúcar.....	48
Figura 7 - População relativa de <i>S. bovis</i> em função da DFND e da conservação da cana-de-açúcar.....	50
Figura 8 - População relativa de <i>R. albus</i> em função da DFND e da conservação da cana-de-açúcar.....	50
Figura 9 - População relativa de <i>F. succinogenes</i> em função da DFND e da conservação da cana-de-açúcar.....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais (% da MS).....	31
Tabela 2 - Composição químico-bromatológica média das dietas experimentais utilizadas....	39
Tabela 3 - Consumo de MS e de FDN em kg/dia e em % PV de novilhos nelores tratados com as rações experimentais.....	41
Tabela 4 - Conteúdo do compartimento ruminal e cinética dos nutrientes no rúmen.....	42
Tabela 5 - Perfil de ácidos graxos de cadeia curta e Razão Acetato:Propionato.....	45
Tabela 6 - População relativa do <i>Streptococcus bovis</i> , <i>Ruminococcus albus</i> e <i>Fibrobacter succinogenes</i> em relação ao controle, em função da digestibilidade da fibra em detergente neutro (alta ou baixa DFND) e do tipo de conservação (Fresca ou Silagem) da cana-de-açúcar.....	49

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGCC	Ácido graxo de cadeia curta
BAL	<i>Lactobacilo plantarum</i>
BUCH	<i>Lactobacilo buchneri</i>
CFDN	Consumo de fibra em detergente neutro
cm	Centímetros
CMS	Consumo de matéria seca
CNE	Carboidrato não estrutural
DFDN	Digestibilidade da fibra em detergente neutro
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
DIVFDN	Digestibilidade <i>in vitro</i> da fibra em detergente neutro
dL	Decilitro
DNA	Ácido desoxirribonucleico
EE	Extrato etéreo
EPM	Erro padrão de média
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDNd	Fibra em detergente neutro digestível
FDNi	Fibra em detergente neutro indigestível
GL	Graus de liberdade
IMS	Ingestão de matéria seca
$k_d$	Taxa de digestão
Kg	Quilograma
$k_p$	Taxa de passagem
LDA	Lignina em detergente ácido
LIG	Lignina
mL	Mililitro
mm	Milímetros
mM	Milimolar
MM	Matéria mineral
MO	Matéria original
MS	Matéria seca
NDT	Nutrientes digestíveis totais
PB	Proteína bruta
PCR	Reação em cadeia da polimerase
PEG	Poliétileno glicol
PV	Peso vivo
vs	Versus

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	19
2.1	Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes .....	19
2.2	Efeito da época de corte da cana-de-açúcar.....	21
2.3	Silagem de cana-de-açúcar .....	22
2.4	Desempenho de bovinos alimentados com a cana-de-açúcar fornecida fresca ou ensilada	25
2.5	Qualidade de fibra e o consumo de matéria seca.....	26
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	28
3.1	Locais do experimento .....	28
3.2	Escolha e plantio dos genótipos de cana-de-açúcar .....	28
3.3	Confecção das silagens.....	29
3.4	Instalações e adaptação dos animais.....	29
3.5	Animais e dietas .....	30
3.6	Amostragem da dieta.....	31
3.7	Análise da digestibilidade <i>in vitro</i> e composição bromatológica .....	32
3.8	Determinação da cinética ruminal .....	32
3.9	Taxa de passagem de líquidos.....	33
3.10	Parâmetros ruminais – produção de ácidos graxos voláteis, pH ruminal e amônia ruminal	34
3.11	Quantificação de bactérias celulolíticas e amilolíticas.....	35
3.12	Análise estatística.....	35
4	<b>RESULTADOS</b> .....	37
4.1	Composição químico-bromatológica das rações experimentais .....	37
4.2	Consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro.....	40
4.3	Conteúdo do compartimento ruminal e Cinética dos nutrientes no rúmen .....	41
4.4	Perfil de ácidos graxos de cadeia curta e Razão Acetato:Propionato.....	43
4.5	Nitrogênio amoniacal e pH ruminal .....	46
4.6	Ecosistema ruminal.....	48
5	<b>DISCUSSÃO</b> .....	52
5.1	Consumo .....	52
5.2	Conteúdo ruminal .....	53
5.3	Cinética ruminal .....	54
5.4	Fermentação ruminal.....	55

5.5	Ecosistema ruminal.....	56
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	57
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	58

## 1 INTRODUÇÃO

A escassez das pastagens no período seco é o que limita a produção animal ao longo do ano de forma econômica. Com isso, existe a necessidade de uma estratégia para se fazer uma suplementação volumosa de boa qualidade e baixo custo nesse período. Neste contexto, a cana-de-açúcar se encaixa perfeitamente, pois ao contrário das plantas forrageiras tradicionais a cana não reduz seu valor energético no período da seca. Apesar do menor valor nutritivo em relação às silagens de milho e sorgo (ANDRADE et al., 2004), a cana-de-açúcar apresenta características de grande interesse aos bovinocultores como elevada produção de matéria seca e NDT por hectare, facilidade de cultivo, persistência da cultura e boa aceitação pelos animais.

A utilização mais usual dessa forragem na dieta de ruminantes ocorre na forma fresca, picada diariamente como capineira. Porém, o manejo correto de canaviais exige que o corte dos talhões seja realizado de forma concentrada, para evitar uma rebrota desuniforme e ainda aumentar a eficiência dos tratos culturais. Além disso, ocorre diminuição da qualidade da fibra da cana com o avançar da idade, e o corte diário é uma atividade que exige dedicação de tempo e mão-de-obra. A conservação da planta inteira da cana-de-açúcar na forma de silagem permite sua utilização por um número maior de pecuaristas nos mais diversos sistemas de produção (QUEIROZ et al., 2008; SCHMIDT et al., 2007).

A principal limitação para o uso da cana-de-açúcar na nutrição de animais de elevado potencial de produção é a baixa digestibilidade da fibra, aliado ao baixo teor de proteína bruta (PEREIRA et al., 2001). Em comparação com a fibra do milho, a cana-de-açúcar apresenta aproximadamente metade da digestibilidade da fibra em detergente neutro, o que leva ao menor consumo e desempenho animal (CORRÊA et al., 2003). Apesar da manutenção do valor energético da cana durante o período seco, este teor constante de energia se dá pela redução da digestibilidade da FDN e aumento do teor de açúcares da cana (KUNG; STANLEY, 1982; CARVALHO et al., 2010). Assim, a ensilagem da cana pode permitir a utilização de um volumoso com maior digestibilidade da fibra, ainda que com menor valor energético total, do que o fornecimento anual da cana picada.

É evidente que a ensilagem altera a qualidade nutricional de volumosos. Em relação à cana-de-açúcar, o processo de ensilagem aumenta o valor da FDN, aumenta o teor de lignina e reduz o teor de açúcares solúveis (KUNG; STANLEY, 1982). Ainda, a ensilagem aumenta a concentração de ácidos orgânicos e a concentração de etanol (KUNG; STANLEY, 1982; PEDROSO et al., 2007). A soma destas alterações, em geral, resulta na redução do consumo e do desempenho de animais consumindo a silagem de cana em relação à cana fresca picada (MENDES et al., 2008; PEDROSO et al., 2008).

Com bases nos estudos apresentados acima, temos dois fatores importantes que regulam o consumo e ao desempenho de animais consumindo dietas à base de silagem de cana-de-açúcar, a digestibilidade da fibra e o acúmulo de ácidos da fermentação e etanol. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da digestibilidade da FDN da cana-de-açúcar fornecida fresca ou ensilada sobre a composição química, consumo e parâmetros ruminais de tourinhos em crescimento. Especificamente, objetivou-se avaliar se a ensilagem da cana-de-açúcar altera a resposta à maior digestibilidade da fibra sobre os fatores descritos acima.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes

O potencial da cana-de-açúcar como opção volumosa para ruminantes começou a ser discutida por alguns pesquisadores desde a década de 60 (PRESTON, 1974; JAMES, 1975). Contudo, Kirk e Crown (1942) reportou que a cana é utilizada na alimentação de animais domésticos desde a primeira vez que foi cultivada. A grande vantagem no cultivo e utilização da cana-de-açúcar está no valor por área cultivada. De acordo com James (1975), o potencial da cana como produtora de energia em forma de nutrientes digestíveis totais (NDT) por área, atinge 15 a 20 toneladas; valor esse maior nos dias de hoje em razão do melhoramento genético voltado para a indústria sucroalcooleira. Ainda segundo o autor, esse valor é superior aos encontrados para o milho e o sorgo que raramente conseguem atingir 10 toneladas de NDT por hectare.

O cultivo de cana-de-açúcar vem se tornando uma das mais importantes atividades do agronegócio brasileiro. O Brasil é o principal produtor mundial de cana-de-açúcar, ocupando uma área de 9,72 milhões de hectares plantados (IBGE, 2007). Neste contexto destaca-se o estado de São Paulo, com uma produção de 346 milhões de toneladas das 569 milhões de toneladas produzidas no Brasil (UNICA, 2009). A cana-de-açúcar apresenta características de grande interesse aos bovinocultores como elevada produção de matéria seca por hectare, facilidade de cultivo e persistência da cultura, boa aceitação pelos animais; elevado teor de carboidratos solúveis e menor custo de produção (LANDELL et al., 2002; FREITAS et al., 2006). Dib Nunes Jr. (1987) relata que no estado de São Paulo é frequente as usinas obterem rendimentos de 85 t de colmo/ha, o que corresponderia a uma produção de 110 a 120 t/ha de forragem.

Devido às características descritas acima, a cana-de-açúcar é amplamente utilizada na alimentação de gado de corte, nos mais diversos sistemas de produção. Como destacou Queiroz (2006), dizendo haver vantagens na utilização da cana-de-açúcar como volumoso, comparando com outras culturas tradicionais. Em simulações de sistemas de produção animal, a cana vem surgindo como uma das opções mais interessantes para a redução dos custos de alimentação para ruminantes, e maximização da projeção da receita líquida da atividade

(NUSSIO et al., 2002). Em pesquisa realizada com 31 nutricionistas brasileiros, Millen et al., (2009) concluiu que os volumosos mais utilizados durante a fase de terminação são a cana-de-açúcar fresca picada (32%), seguida pela silagem de milho (26%) e silagem de sorgo (22%). Ao contrário de outras forrageiras, a cana não reduz seu valor nutritivo de forma expressiva no período de estiagem, e destaca-se pelo aumento no teor de sacarose nesta época do ano (BORGES; PEREIRA, 2003).

Mesmo com grandes vantagens, a cana-de-açúcar apresenta determinadas limitações que levam a baixa ingestão de matéria seca dos animais: baixa qualidade nutricional (proteína e lipídeos), limitações físicas (tamanho de partícula) e à baixa digestibilidade de sua fibra (BOIN e TEDESCHI, 1993). É importante conhecer a qualidade da cana, em termos de fibra, conteúdo de açúcares e relação fibra/açúcar.

Até pouco tempo atrás, havia a recomendação por variedades que apresentassem alta proporção de folhas e palmitos em relação à massa verde total, o que fazia essa espécie assemelhar-se às outras forrageiras utilizadas comumente como pastagem (BOIN et al., 1987). Entretanto, de acordo com Rodrigues et al. (2002), os açúcares presentes na cana são os principais responsáveis pelo fornecimento de energia e, por consequência, pelo desempenho do animal. Assim, Andrade et al. (2003) recomendam que, com vistas à alimentação animal, devem ser selecionados genótipos de cana-de-açúcar que apresentem alta porcentagem de carboidratos totais não estruturais e baixas porcentagens dos componentes da fibra, associados à alta produção de matéria seca.

Rodrigues et al. (1997) observaram que variedades que apresentam menor teor de FDN, permitem ao animal maior consumo de energia, do que variedades com teor de açúcar um pouco melhor, porém com maior teor de FDN. Sendo assim, a digestibilidade tem sido utilizada como variável de qualidade, indicando a proporção do alimento que está apta a ser utilizada pelo animal. No entanto, erros contundentes ocorriam quanto ao baixo consumo de matéria seca dos animais, devido a limitações nutricionais, ainda que a digestibilidade da MS fosse considerada de valor intermediário (BOIN; TEDESCHI, 1993). No entanto, em um trabalho utilizando cana descascada, com maior DIVMS, Preston (1982) não observou melhoria no ganho de peso dos animais, demonstrando que a DIVMS não deve ser considerada isoladamente como parâmetro para escolha de variedades de cana-de-açúcar para a alimentação animal.

A taxa de digestão ruminal da FDN da fração colmo é uma característica importante para determinar o valor nutritivo da cana-de-açúcar (SILVA et al., 2011). Segundo o mesmo autor, a ocorrência de variações nos parâmetros de qualidade nutricional das forrageiras segundo espécie, variedade, estágio de maturação, parte da planta considerada (colmo ou folhas), fertilidade do solo, entre outros, já é bastante conhecida e possibilita o emprego do melhoramento genético como ferramenta para a manipulação da qualidade das forragens (CASLER, 2006). No entanto, o melhoramento da cana-de-açúcar tem-se direcionado principalmente para os objetivos industriais de produção de açúcar e álcool combustível, que buscam basicamente maior produção de sacarose por área (AZEVEDO et al., 2003).

Porém, além do teor de sacarose, a qualidade da fibra é de fundamental importância quando a cana-de-açúcar é fornecida aos animais ruminantes, evidenciando a necessidade do estabelecimento de critérios de seleção visando especificamente à alimentação animal (FREITAS et al., 2006). A principal limitação para o uso da cana-de-açúcar na nutrição de animais de elevado potencial de produção é a baixa digestibilidade da fibra, aliado ao baixo teor de proteína bruta (PEREIRA et al., 2001). O baixo teor de proteína bruta é facilmente corrigido com a utilização de fontes de nitrogênio proteico ou não proteico. Já a melhor digestibilidade da fibra pode ser alcançada através da escolha de genótipos com maior DFDN ou antecipando a época de corte da cana-de-açúcar.

## 2.2 Efeito da época de corte da cana-de-açúcar

Na região Centro-Sul do Brasil, a colheita da cana-de-açúcar ocorre entre os meses de abril e novembro (SILVA et al., 2011), sendo que a idade de corte altera sua composição químico-bromatológica de forma significativa. Muitos trabalhos já demonstraram que o processo natural de maturação aumenta o teor de MS da planta, principalmente devido ao acúmulo de carboidratos solúveis no colmo, mais especificamente, da sacarose. É importante ressaltar que diferentes variedades apresentam curvas de maturação distintas (ANDRADE et al., 2004). Porém, de modo geral, as variedades apresentam a mesma tendência de progressivo acúmulo de sacarose de abril a novembro. Fernandes et al. (2003), trabalhando com cana-de-açúcar colhidas em 3 idades distintas (426, 487 e 549 dias), observaram um aumento linear no teor de Brix com o avanço da maturidade dos talhões.

O maior teor de sacarose no colmo de plantas mais velhas, por sua vez, reduz a porcentagem dos componentes estruturais (fibra) através de um mecanismo de diluição. Carvalho (2010) observou que a concentração máxima de FDN de cinco variedades de cana ocorria próximo aos 241 dias de vegetação, havendo redução nesse teor com o avançar da idade. Comparando canas com 8 e 16 meses de desenvolvimento, Banda e Valdez (1976) observaram redução nos componentes da fibra de 61,10% para 54,10% para FDN; de 37,7% para 33,40% para FDA; de 28,60% para 26,20% para celulose; e de 6,24% para 5,43% para lignina. Já Kung e Stanley (1982), avaliando canas colhidas aos 6 e 24 meses, também observaram redução nos teores de FDN, FDA, hemicelulose e celulose, enquanto o teor de lignina aumentou de 6,3% para 7,3%. Fernandes et al. (2003) observaram que com o avanço na idade de corte reduziu linearmente a fibra potencialmente digestível e elevou a fração não-degradável, causando conseqüentemente, queda no consumo por enchimento ruminal total.

Avaliando nove genótipos de cana-de-açúcar colhidos aos 11 e 15 meses, Carvalho et al. (2010) observaram que com o avançar da idade de corte reduziu os teores de FDN, PB, a relação entre FDN e sacarose (FDN/Pol) e a digestibilidade *in vitro* da FDN (DIVFDN); enquanto aumentou os teores de sacarose (Pol), lignina na fração FDN e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS). Como a variação de qualidade da cana-de-açúcar ocorre rapidamente ao longo dos meses, isso interfere na qualidade do volumoso cortado e fornecido diariamente. Apesar da manutenção do valor energético da cana durante o período seco, este teor constante de energia se dá pela redução da digestibilidade da FDN e aumento do teor de açúcares da cana (KUNG; STANLEY, 1982; CARVALHO et al., 2010). Com o objetivo de se colher a forragem na sua melhor época de qualidade nutricional o processo de conservação na forma de silagem aparece como uma boa alternativa.

### 2.3 Silagem de cana-de-açúcar

A ensilagem da cana-de-açúcar pode permitir a utilização de um volumoso com maior digestibilidade da fibra, ainda que com menor valor energético total, do que o fornecimento anual da cana picada. Além do que, a cana-de-açúcar colhida diariamente e oferecida fresca aos animais é uma prática tradicional e de amplo conhecimento de pecuaristas. Porém, o manejo industrial de canaviais exige que o corte dos talhões seja realizado de forma

concentrada, para aumentar a eficiência dos tratos culturais. Além disso, o corte diário torna-se problemático em razão das dificuldades operacionais e da contratação de mão de obra necessária para a execução dessa atividade laboriosa, principalmente em médias e grandes propriedades produtoras.

Devido a todas essas situações descritas, a ensilagem da cana apresenta-se como uma boa alternativa para minimizar tais problemas, permitindo a colheita de grandes áreas em curto espaço de tempo (NUSSIO; SCHMIDT, 2004). Pedroso (2003) reportou que a concentração das atividades durante a ensilagem reduz os gastos com mão-de-obra para realização do corte diário, no entanto, a opção pela ensilagem implica o aumento dos custos advindos das perdas de matéria original durante o processo de fermentação e da introdução de operações mecanizadas, quase sempre indispensáveis ao processo.

Devido ao alto teor de carboidratos solúveis, a cana-de-açúcar é altamente susceptível à ação de leveduras, o que pode comprometer a qualidade do material conservado, devido à fermentação tipicamente alcoólica. No ambiente anaeróbio do silo, as leveduras são capazes de gerar perdas significativas de matéria seca em razão da fermentação alcoólica. Segundo Nussio e Schmidt (2005), o acúmulo de etanol pode não somente representar perdas do material ensilado, mas também perdas decorrentes da recusa dos animais. Esta fermentação indesejada pode causar reduções de 44 a 68% no teor de açúcares, conseqüentemente, aumento nos componentes da parede celular e redução de 28% na digestibilidade da cana ensilada (ALLI et al., 1983). Porém, este entrave pode ser facilmente evitado com práticas de manejo adequadas.

Diversos aditivos têm sido avaliados com o objetivo de controlar a fermentação alcoólica em silagens de cana-de-açúcar. A ureia quando aditivada no material ensilado se transforma em amônia (NH<sub>3</sub>), que tem efeito de inibição sobre leveduras e mofos, podendo reduzir a produção de etanol, perdas de matéria seca e de carboidratos solúveis da cana ensilada (ALLI et al., 1983). Junqueira (2006), ao avaliar animais alimentados com silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos, verificou que o tratamento com ureia (1%) foi o que proporcionou melhores resultados no desempenho dos animais.

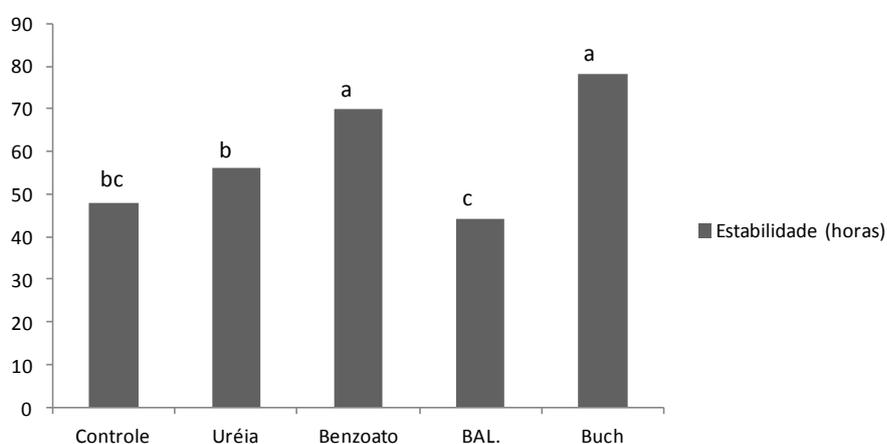
Os inoculantes biológicos estão divididos em dois grupos distintos: as bactérias homoláticas (produtoras de ácido lático) e as bactérias heterofermentativas (produtoras de ácido acético e ácido lático). As primeiras são frequentemente utilizadas em silagens de milho e capins, atuando na rápida redução do pH pela produção de ácido lático, promovendo assim a

estabilidade anaeróbica da silagem. No entanto, inoculantes contendo bactérias homoláticas têm se mostrado prejudiciais ao processo de ensilagem da cana-de-açúcar, estimulando a produção de etanol ao invés de controlá-la.

Inoculantes microbianos contendo bactérias heterofermentativas da espécie *Lactobacilos buchneri*, promoveram a redução na população de leveduras e aumento na estabilidade aeróbica de silagens, devido à produção de ácido acético (RANJIT; KUNG, 2000). Pedroso et al., (2002) detectaram redução de 50% na produção de etanol e de 56% na perda total de matéria seca, quando comparou silagem de cana aditivada com *L. buchneri* em relação a silagem não aditivada. Schmidt (2008) observou aumento no ganho de peso (1,03 vs 0,82 kg/dia) e melhor conversão alimentar (8,7 vs 9,7 kg de MS/kg de PV) em tourinhos Nelore e Canchim, quando os animais foram alimentados com rações que continham aproximadamente 55% de silagem inoculada com *L. buchneri*, em relação aos animais alimentados com silagem sem aditivos.

A perda de compostos nutritivos após a abertura dos silos é um fator determinante do valor nutritivo das silagens. Os pesquisadores Ranjit; Kung (2000) estudaram a deterioração da silagem de milho durante a fase aeróbica e observaram perdas de 5,3% da MS e de 60% dos carboidratos solúveis (3,4 vs. 1,4% da MS) até o terceiro dia de exposição ao ar. No mesmo período, o pH aumentou de 3,9 para 5,0 e os teores de ácido acético e láctico foram reduzidos de 7,55 para 1,35%, e de 1,88 para 0,08% da MS, respectivamente. No entanto alguns aditivos apresentam efeito significativo no aumento da estabilidade aeróbica das silagens de cana-de-açúcar, como pode ser visto na figura 1.

Figura 1 - Estabilidade aeróbica de silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia, benzoato de sódio e inoculantes contendo *L. plantarum* (BAL) e *L. buchneri* (Buch)



Notas: Letras diferentes indicam diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ). Fonte: Adaptado de Pedroso (2003).

De acordo com Schmidt (2006) a escolha do aditivo deve ser feita considerando alguns pontos importantes, como: recuperação da matéria seca na ensilagem, estabilidade aeróbica após a abertura do silo e o desempenho dos animais alimentados com essa forragem conservada. E continuou dizendo que, a justificativa para a utilização de um aditivo deverá considerar seu custo, em contraste aos benefícios alcançados com a inoculação. Nem sempre o uso de aditivos está associado com a melhora no desempenho dos animais tratados com silagem inoculada (SANTOS, 2007). O objetivo principal da inoculação de silagens é a alteração do padrão fermentativo e com isso, reduzir as perdas totais e aumentar a recuperação da MS de forma econômica.

Kleinschmit, Schmidt e Kung (2005) avaliando a efetividade da inoculação de silagem de milho com o *L. buchneri* em colheitas de duas safras, observaram que a inoculação foi efetiva em melhorar a estabilidade aeróbica. No primeiro ano, a silagem do grupo controle permaneceu estável por 39 horas, já a silagem tratada com o *L. buchneri* ficou por 139 horas. Na safra seguinte, a silagem controle apresentou estabilidade aeróbica de 73 horas e na inoculada permaneceu por mais que 210 horas. Pedroso (2003), avaliando a estabilidade aeróbica de silagens de cana-de-açúcar sem aditivo, com *L. plantarum* e com *L. buchneri*, observou que a silagem com o *L. plantarum* obteve a menor estabilidade, seguida da silagem controle e silagem inoculada com o *L. buchneri*.

#### 2.4 Desempenho de bovinos alimentados com a cana-de-açúcar fornecida fresca ou ensilada

A utilização da cana-de-açúcar como volumoso na alimentação de ruminantes sempre foi marginalizada, pois era associada à queda de produção dos animais, fossem eles destinados à produção de leite ou de carne. Essa relação com o baixo desempenho se dava devido à comparação do fornecimento da cana com a silagem de milho, muitas vezes realizada sem os devidos ajustes na formulação das dietas. Contudo, com o surgimento dos programas de formulação e o conhecimento da nutrição de ruminantes chegando às propriedades rurais o cenário mudou, podendo ser observado um desempenho satisfatório com a utilização da cana-de-açúcar, podendo ser comparado com o desempenho de animais contendo outras fontes volumosas tradicionais.

Hernandez (1998) reportou ganho de peso variando entre 1,53 e 1,81 kg/dia, para bovinos de corte alimentados com dietas contendo cana fresca como volumoso (48% da MS), tendo como suplemento concentrado uma mistura de farelo de soja, milho, uréia e minerais. Henrique et al. (2007) alimentando tourinhos em crescimento com cana-de-açúcar, na proporção de 40 ou 60% da MS das rações, observaram ganhos de 1,44 kg/dia e 0,98 kg/dia respectivamente. De forma semelhante, Fernandes et al. (2006) obtiveram ganhos de peso de 1,42 kg/dia, com dietas contendo 40% de cana fresca.

Queiros et al. (2008) trabalharam com a substituição de fontes volumosas tradicionais por cana-de-açúcar fresca ou ensilada, na proporção volumoso/concentrado de 50/50, na alimentação de vacas leiteiras. Os autores não observaram diferença na produção de leite dos animais tratados com as diferentes fontes volumosas, sendo que a média foi de 25 kg de leite/dia aproximadamente. Junqueira (2006) alimentou novilhas Holandesas com dietas contendo 45% de silagem de cana com três tratamentos diferentes para evitar a fermentação alcoólica das silagens. O mesmo observou um ganho de peso médio de 1,06 kg/dia, não diferindo entre os tratamentos.

## 2.5 Qualidade de fibra e o consumo de matéria seca

A qualidade da fibra é o fator que mais limita a produção de ruminantes em regiões de clima tropical (WATTIAUX; MERTENS; SATTER, 1991). Estudos de alimentação e pastejo demonstraram que pequenas mudanças na digestibilidade da forragem têm um impacto significativo no desempenho de animais ruminantes, refletindo diretamente na produção de leite e carne (CASLER; VOGEL, 1999).

O consumo de matéria seca determina o nível de nutrientes ingeridos e sofre influencia das características do animal, do alimento e do manejo alimentar. A fibra em detergente neutro (FDN), representada pela hemicelulose, celulose e lignina da parede celular vegetal, está negativamente correlacionada com o consumo de matéria seca, enquanto a fibra em detergente ácido (FDA), correspondente à celulose e lignina, está negativamente correlacionada com a digestibilidade de forragens (WATTIAUX, 1999). Normalmente, o consumo de matéria seca correlaciona-se negativamente com o teor de parede celular da

planta quando este se situa acima de 55 a 65% na MS (MERTENS, 1994). Quando a densidade energética da dieta é alta, em relação às exigências do animal, o consumo será limitado pela saciedade metabólica do animal, e não pelo enchimento físico do ruminal (MERTENS, 1994).

O teor de FDN de uma planta forrageira não é o único fator controlador do consumo, apesar de ser importante. De acordo com o NRC (2001), o consumo de MS depende da forma direta da eficiência do ruminante em processar e utilizar o alimento no ambiente ruminal para produção de energia, sendo diretamente dependente da digestibilidade da fibra do alimento.

A qualidade da fibra está entre os fatores casuais que determina o consumo voluntário de matéria seca e, conseqüentemente, sua digestibilidade e eficiência com a qual os nutrientes digeridos são utilizados pelo animal. Tais fatores resultam, no entanto, da interação entre características do próprio animal, como sua capacidade gastrointestinal em acomodar o excesso de fibra insolúvel, por exemplo, bem como de aspectos cinéticos da própria fibra insolúvel contida nos alimentos, quando submetida às ações de digestão e retenção da matéria fibrosa no rúmen (VIERA et al., 2006). Allen (2000) reportou que a resposta no consumo de forragens com maior digestibilidade da FDN dependeu tanto de fatores da dieta como das características do animal, sendo a resposta mais evidente em animais com altas exigências de energia e alimentados com dietas com menor teor de energia.

Em pesquisa com qualidade de fibra, Mahanna (1994) utilizou dois híbridos com a mesma produção de se silagem, diferindo 15% quanto à digestibilidade da fração volumosa. Quando essas silagens foram oferecidas aos bovinos em crescimento, contendo 65% da dieta, a variedade mais digestível resultou em uma melhora de 11% na eficiência alimentar e 7% no ganho de peso médio diário. O consumo de forragens com maior digestibilidade da FDN leva a um aumento na produtividade animal, de maneira que um aumento de 1 unidade na DIVFDN estava associada com um aumento de 0,17 kg/d no consumo de matéria seca, e aumento de 0,25 kg de leite/d corrigido para 4% de gordura (OBA; ALLEN, 1999).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Locais do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Gado de Corte, pertencente ao Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do VNP/FMVZ/USP, assim como no Laboratório de Nutrição Animal (LANA), pertencente à FCAV da Universidade Estadual Paulista (Unesp).

#### 3.2 Escolha e plantio dos genótipos de cana-de-açúcar

Foram avaliados nove genótipos de cana-de-açúcar, quanto à composição bromatológica e digestibilidade da fibra (CARVALHO et al., 2010). Os resultados obtidos demonstraram grande variação na digestibilidade do FDN entre os materiais, com até 64% de diferença entre os genótipos avaliados. Com base neste levantamento prévio, foram escolhidas e plantadas duas variedades de cana com alta digestibilidade esperada do FDN (IAC86-2480 e IACSP93-3046), bem como outras duas variedades de baixa digestibilidade esperado do FDN (SP91-1049 e IAC 91-2195).

Após correção e preparo do solo, as variedades foram plantadas em área total de 4 ha (1 ha por genótipo), em sulcos espaçados em 1,10m e densidade de 18 gemas por metro linear. Fora feito a adubação de plantio de acordo com as recomendações da análise de solo. Os genótipos de cana de açúcar foram plantados no mesmo dia e conduzidos de maneira semelhante até atingir a maturidade. Os talhões foram colhidos com aproximadamente 16 meses após o plantio, quando a porcentagem de sacarose aparente no caldo da cana (POL) atingiu 16%. Trinta dias antes da data prevista de colheita, os talhões de cada genótipo foram amostrados para determinação da digestibilidade *in vitro* da FDN, de modo a selecionar os dois genótipos mais divergentes quanto a esta medida para posterior ensilagem do material.

### 3.3 Confeção das silagens

O canavial utilizado estava no primeiro ano de corte e foi colhido maduro, com média de graus Brix acima de 18. O corte da cana foi realizado pela ensiladeira Menta Super® ajustada para corte com tamanho de partícula entre 1,0 e 2,0 cm.

As variedades IAC86-2480, de alta digestibilidade esperada do FDN, bem como SP91-1049, de baixa digestibilidade esperada do FDN, foram selecionadas, colhidas e ensiladas em bombonas plásticas de 200 litros. Durante a ensilagem, a massa foi aspergida com o inoculante comercial LaSil Cana (Lallemand®), aplicado na dose de 2g/t MV diluída em dois litros de água deionizada, objetivando assim, evitar a fermentação alcoólica.

O processo de compactação dos silos foi realizado de forma simultânea e equivalente, por pisoteio, sendo a cana picada colocada em porções de 15 kg, para melhor compactação, até atingir um peso de 190 kg de cana em cada bombona plástica de 200 litros. As bombonas foram vedadas com lona plástica e tampa com braçadeira metálica.

Durante o corte foram coletadas amostras dos dois talhões e congeladas imediatamente a -20 °C para determinação da composição bromatológica e digestibilidade *in vitro*, de modo a auxiliar na formulação das dietas. Os silos permaneceram fechados por aproximadamente 30 dias.

O restante do canavial ficou reservado para o tratamento com a cana fresca, sendo assim realizada a picagem diária dos talhões remanescentes e fornecimento da cana fresca, imediatamente após o corte.

### 3.4 Instalações e adaptação dos animais

O experimento foi desenvolvido no confinamento do LPGC, sendo utilizadas quatro baias de 12 m<sup>2</sup> cada uma, com piso de concreto. As baias eram providas de comedouro e bebedouro individuais. Para manter um ambiente adequado aos animais, o piso, o comedouro e o bebedouro foram limpos diariamente.

Para garantir a adaptação dos animais, os mesmos foram introduzidos ao confinamento 30 dias antes do início do experimento. Durante esse período os animais foram alimentados com ração contendo cana-de-açúcar e pesados semanalmente.

### 3.5 Animais e dietas

Foram utilizados oito tourinhos da raça Nelore, castrados e fistulados no rúmen, com peso vivo de  $275 \pm 22$  kg e 18 meses de idade. Os tourinhos foram confinados em baias individuais de 12 m<sup>2</sup>, com piso de concreto. O delineamento experimental foi de dois quadrados latinos 4x4 contemporâneos.

O alimento foi fornecido *ad libitum*, sendo dividido em dois momentos de fornecimento, as 07:00 e as 13:00 horas. O controle da alimentação foi feito individualmente, por meio da pesagem diária do alimento fornecido e das sobras, permitindo uma sobra de 10%. As sobras foram descartadas e não reutilizadas na alimentação do dia seguinte.

As rações experimentais (Tabela 1) foram compostas de 60% de concentrado e 40% de volumoso na matéria seca. Como volumoso foram utilizados os dois genótipos, com alta ou baixa digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar, fornecida na forma de silagem ou picada fresca, perfazendo quatro dietas experimentais.

As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (1996) visando um ganho de peso de 1,2 kg/d e de modo a serem isoprotéicas em relação à estimativa do fornecimento de proteína metabolizável. Os ingredientes utilizados foram: milho grão moído fino, farelo de soja, uréia e sal mineral comercial.

O alimento foi fornecido à vontade, duas vezes por dia, e as sobras eram pesadas diariamente. Os novilhos foram pesados semanalmente por dois dias consecutivos. Foram feitos cálculos de consumo de matéria seca (CMS), ingestão de matéria seca por kg de peso metabólico ( $\text{IMS}/\text{kg}^{0,75}$ ). Cada período experimental teve duração de 14 dias, sendo 10 de adaptação a dieta e 4 de coleta de amostras da dieta, determinação do consumo, da cinética ruminal e coleta de fluido ruminal.

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais (% da MS)

Ingrediente	Tratamento			
	Alta DFDN <sup>1</sup>		Baixa DFDN <sup>2</sup>	
	Fresca	Silagem	Fresca	Silagem
Cana fresca IAC2480	40			
Silagem da cana IAC2480		40		
Cana fresca SP1049			40	
Silagem da cana SP1049				40
Milho moído	46,7	46,7	46,7	46,7
Farelo de soja	10	10	10	10
Uréia	1,24	1,24	1,24	1,24
Calcário	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal branco	0,25	0,25	0,25	0,25
Sal mineral comercial <sup>3</sup>	1,3	1,3	1,3	1,3

Notas: <sup>1</sup>Alta digestibilidade da fibra em detergente neutro; <sup>2</sup> Baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro; <sup>3</sup>Cálcio (mínimo) 242 g, cálcio (máximo) 302 g, cobalto 30 mg, cobre 1.008 mg, enxofre 80 g, flúor (máximo) 390 mg, fósforo 39 g, iodo 60 mg, magnésio 20 g, manganês 2.998 mg, selênio 30 mg, zinco 4.032 mg, vitamina A 400.00 UI, vitamina D3 40.000 UI, vitamina E 1.450 UI, vitamina E 1.100 mg.

### 3.6 Amostragem da dieta

A dieta total, os volumosos e concentrados, assim como as sobras de cada animal foram amostrados nos dias 10, 11 e 12 de cada período experimental. Uma amostra homogênea de 300 gramas foi coletada em cada dia e ao final as respectivas amostras foram misturadas e homogeneizadas para amostragem final de 300 gramas.

As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C, por 72 horas. Em seguida, as amostras foram pesadas e moídas em moinho tipo Wiley, provido de peneiras com crivo de 1 mm de diâmetro.

### 3.7 Análise da digestibilidade *in vitro* e composição bromatológica

Os ensaios de digestibilidade *in vitro* da FDN e da MS foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal (LANA), pertencente à FCAV da Universidade Estadual Paulista (Unesp), conforme metodologia descrita por Tilley e Terry (1963), adaptado para a incubadora *in vitro* TE – 150 (TECNAL<sup>®</sup>).

As dietas experimentais e a digesta ruminal dos animais foram analisados para conteúdo de nutrientes. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, moídas em um moinho tipo Wiley (peneira de 1 mm) e analisadas em duplicata para matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG) e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi).

A matéria seca foi determinada em estufa a 105° por 12 horas, matéria mineral foi obtida pela incineração das amostras em mufla a 600° por 4 horas. O teor de proteína bruta foi determinado pelo método micro-Kjeldahl (AOAC, 1980).

Os teores de FDN foram determinados segundo metodologia de Vansoest, Robertson e Lewis (1991) sem adição de  $\alpha$ -amilase e sem adição de sulfito de sódio. Os teores de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) seguiram a metodologia de Goering e Van Soest (1970).

A determinação do teor de fibra detergente neutro indigestível (FDNi) foi dada pelo conteúdo de FDN das amostras após incubação e fermentação *in vivo* por 288 horas, como descrito por (RINNE; HUHTANEN; JAAKKOLA (2002).

### 3.8 Determinação da cinética ruminal

A determinação da cinética ruminal da fibra é extremamente importante para entender e interpretar os resultados de desempenho. O conteúdo ruminal foi evacuado manualmente através da cânula ruminal às 1100 h (2 h após a alimentação) do 12° dia e às 0700 h (2 h antes da alimentação) do 13° do período experimental.

A massa total do conteúdo ruminal e volume foram determinados. Durante a evacuação, uma alíquota de 10% da digesta foi separada para facilidade de sub-amostragem. Uma alíquota de 600g foi retirada para determinação da MS e composição bromatológica.

Uma segunda amostra foi filtrada através de uma membrana de náilon (1 mm de tamanho de poro) para separar as fases sólidas e líquidas. Amostras foram retiradas de ambas as fases para determinação do tamanho do compartimento ruminal (pool) de componentes da digesta. Amostra do conteúdo ruminal foi separada e congelada a  $-80^{\circ}\text{C}$  para determinação da população bacteriana.

**Cálculos:** A taxa de turnover do FDN no rúmen foi calculada dividindo-se o consumo de FDN/h pelo tamanho do compartimento (massa ruminal de FDN). A taxa de passagem do FDN pelo rúmen ( $k_p$ ) foi calculada dividindo o tamanho do compartimento ruminal de FDN<sub>i</sub> pelo consumo de FDN<sub>i</sub>, baseado no modelo de dois compartimentos para a digestão de celulose proposto por Waldo et al. (1972). A taxa de digestão ruminal de FDN ( $k_d$ ) foi calculada pela diferença entre a taxa de remoção total de FDN do rúmen e sua taxa de passagem (ALLEN; MERTENS, 1988):

$$k_d = \frac{(\text{consumo/h de FDN digestível})}{(\text{tamanho do compartimento ruminal de FDN digestível})} - k_p$$

Finalmente, a digestibilidade ruminal aparente do FDN como porcentagem do FDN foi calculada como:

$$\text{Digestibilidade ruminal do FDN} = \left[ \frac{k_d}{(k_d + k_p)} \right]$$

### 3.9 Taxa de passagem de líquidos

As determinações do volume líquido e da taxa de passagem de líquidos pelo rúmen foram realizadas por Polietilenoglicol de peso molecular 4.000 (PEG 4.000). O marcador foi preparado através da diluição de 300 g de PEG (Carbowax 4.000, Synth<sup>®</sup>) em 300 ml de água.

O marcador foi inoculado, através da canula ruminal, as 07:00 horas do 14º dia de cada período experimental.

Amostras do conteúdo ruminal para determinações das concentrações de PEG foram tomadas em sete tempos distintos: 0, 1, 3, 6, 9, 12 e 24 horas após a alimentação, para compor uma curva de passagem de líquidos ao longo do dia. A amostragem referente ao tempo zero foi realizada as 07:00 horas e em seguida o marcador foi introduzido, sendo assim, uma hora após, foi realizada a coleta referente ao tempo 1. A água e a refeição do período da manhã foram fornecidas imediatamente após a coleta do tempo 1, às 08:00 horas.

O líquido ruminal foi centrifugado por 15 minutos a 3.500 rpm no local da coleta e o sobrenadante armazenado sob refrigeração até a realização das análises. A determinação da concentração de PEG foi realizada segundo o método preconizado por Hyden (1956).

A taxa de passagem de líquidos ou taxa eferente de fluxo, em porcentagem por hora, foi calculada por intermédio da regressão linear do logaritmo natural da concentração do PEG 4.000, em função do tempo.

### 3.10 Parâmetros ruminiais – produção de ácidos graxos voláteis, pH ruminal e amônia ruminal

As amostras do conteúdo ruminal, para análise dos parâmetros ruminiais, foram realizadas em seis tempos distintos: 0, 1, 3, 6, 9 e 12 horas após a alimentação. Desta forma, a alimentação foi fornecida imediatamente após a coleta do tempo 0.

Em cada tempo foram coletados 100 mL da fase líquida do conteúdo ruminal. Esse volume foi dividido em duas alíquotas de 50 mL, uma destinada a mensuração do pH do fluido ruminal, medido com potenciômetro digital portátil imediatamente após a coleta.

A outra parte foi centrifugada a 3.500 rpm por 15 minutos e à 2 mL do sobrenadante foi adicionado 0,4 mL de ácido fórmico para determinação dos ácidos graxos voláteis. A determinação dos AGCC foi realizada através de cromatografia gasosa segundo metodologia de Erwin et al. (1961). E a outros 2 mL do sobrenadante foi adicionado 1 mL de ácido

sulfúrico solução 1N e congelado a -20°C para determinação do nitrogênio amoniacal, conforme proposto por Preston (1995).

### 3.11 Quantificação de bactérias celulolíticas e amilolíticas

Dois microorganismos ruminais importantes para a degradação da celulose (*Fibrobacter succinogenes* e *Ruminococcus albus*) e dois microorganismos importantes na degradação de amido e na produção de ácido láctico (*Streptococcus bovis* e *Ruminobacter amylophilus*) foram quantificados por PCR em tempo real para determinação do efeito da mudança do ambiente ruminal sobre a população de microorganismo. Foi realizada uma quantificação relativa destas bactérias em relação ao total de bactérias presentes na amostra de conteúdo ruminal.

O DNA total foi extraído das amostras de conteúdo ruminal após degelo. Uma amostra representativa (10 g) foi homogeneizada, centrifugada a 6.500 x g por 30 minutos, e o DNA total extraído do precipitado de conteúdo ruminal de acordo com Yu e Morrison (2004). O DNA extraído foi utilizado como molde em reação de PCR em tempo real, utilizando-se oligonucleotídeos iniciadores específicos para as bactérias ruminais desejadas, juntamente com oligonucleotídeo universal para eubactérias.

O PCR em tempo real foi feito em equipamento StepOne™ e tecnologia SYBR™ Green (Applied Biosystems), seguindo as condições de amplificação descritas por Tajima et al. (2001). Controles negativos sem DNA foram incluídos em cada ensaio para avaliação da especificidade geral.

### 3.12 Análise estatística

Os dados foram analisados em um delineamento em Quadrado Latino 4 x 4 duplicado utilizando-se o procedimento MIXED do SAS versão 9.2. O modelo incluiu efeitos fixos de genótipo (IAC2480 ou SP1049; 1 GL), modo de conservação (silagem ou cana fresca; 1 GL) e suas interações (1 GL), e os efeitos aleatórios de quadrado (1 GL), animal (3 GL) e períodos

(3 GL). Os graus de liberdade e testes foram ajustados usando a opção Kenward-Roger. Significância foi declarada à  $P \leq 0,05$ .

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Composição químico-bromatológica das rações experimentais

Os resultados referentes à composição químico-bromatológica das dietas foram analisados quanto ao genótipo da cana (Alta ou Baixa DFDN) e quanto ao modo de conservação da forragem (Fresca ou Ensilada), assim como, quanto à interação entre os fatores descritos. Desta forma, os dados médios estão apresentados na tabela 2.

O teor de matéria seca (MS) das rações não sofreu influência quanto ao genótipo de cana utilizado ( $P=0,5$ ). No entanto, o modo de conservação da cana-de-açúcar interferiu significativamente no teor de MS das rações avaliadas, sendo maior para a cana fornecida fresca, em relação à silagem de cana ( $55,8$  vs.  $45,1 \pm 1,35$  % MS;  $P<0,01$ ). Não houve efeito da interação entre a variedade da cana e o modo de conservação sobre o teor de MS das rações ( $P=0,9$ ).

O genótipo da cana utilizada alterou significativamente o teor de matéria mineral (MM) das rações, sendo maior para a cana de maior DFDN em relação à cana de menor DFDN ( $5,29$  vs.  $4,79 \pm 0,22$  % MM;  $P<0,01$ ). O teor de MM também sofreu alteração significativa devido ao modo de conservação da cana, sendo maior para a cana fornecida na forma de silagem em relação à cana fresca ( $5,24$  vs.  $4,84 \pm 0,22$  % MM;  $P<0,01$ ). Não houve efeito da interação entre a variedade da cana-de-açúcar e o modo de conservação sobre o teor de MM ( $P=0,81$ ).

O teor de proteína bruta (PB) das rações experimentais não sofreu efeito significativo quanto ao genótipo da cana utilizada ( $P=0,34$ ). No entanto, o modo de conservação afetou significativamente o teor de PB, sendo que o tratamento com silagem de cana obteve os maiores valores em relação à cana fornecida *in natura* ( $15,1$  vs.  $14,3 \pm 0,80$  % PB;  $P<0,01$ ). Não houve efeito da interação entre o genótipo da cana e o modo de conservação quanto ao teor de PB das dietas ( $P=0,80$ ).

O teor de extrato etéreo (EE) das rações não foi influenciado significativamente pelo genótipo da cana-de-açúcar, pelo modo de conservação e nem pela interação entre os fatores ( $P=0,59$ ,  $P=0,13$  e  $P=0,87$ ).

O teor de carboidratos não estruturais (CNE) não foi afetado pelo genótipo da cana-de-açúcar utilizada nos tratamentos experimentais ( $P=0,73$ ). Porém, o modo de conservação provocou uma alteração significativa no teor de CNE, sendo essa medida maior para o tratamento com cana fresca em relação à ensilada ( $59,2$  vs.  $53,1 \pm 0,91$  % CNE;  $P<0,01$ ). Não houve efeito da interação entre os fatores sobre o teor de CNE das dietas analisadas ( $P=0,76$ ).

O genótipo da cana-de-açúcar não apresentou efeito sobre o teor de fibra em detergente neutro (FDN) das dietas ( $P=0,21$ ). Já o modo de conservação da cana alterou o teor de FDN das rações, sendo maior para cana fornecida na forma de silagem em relação à cana fornecida fresca ( $23,5$  vs.  $18,7 \pm 0,58$  % FDN;  $P<0,01$ ). Não houve efeito da interação entre o genótipo da cana e o modo de conservação sobre o teor de FDN ( $P=0,90$ ).

A variedade da cana não interferiu no teor de fibra em detergente ácido (FDA) das dietas analisadas ( $P>0,1$ ). Contudo, o modo de conservação influenciou o teor de FDA, sendo maior para a silagem de cana em relação à cana *in natura* ( $12,9$  vs.  $9,5 \pm 0,44$  % FDA;  $P<0,01$ ). Não houve efeito da interação entre os fatores sobre a variável em questão ( $P=0,92$ ).

O teor de lignina (LIG) das dietas foi influenciado pelo genótipo da cana-de-açúcar, sendo maior para a cana de baixa DFDN em relação à cana de alta DFDN ( $1,21$  vs.  $0,99 \pm 0,24$  % LIG;  $P<0,01$ ). Da mesma forma, o modo de conservação alterou o teor de lignina das rações, sendo maior para a silagem em relação à cana fresca ( $1,32$  vs.  $0,88 \pm 0,24$  % LIG;  $P<0,01$ ). Não ocorreu efeito da interação entre os fatores sobre o teor de lignina das dietas ( $P=0,42$ ).

O genótipo da cana utilizada influenciou significativamente o teor de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) das dietas experimentais, sendo maior para a variedade de baixa DFDN em relação a variedade de alta DFDN ( $12,8$  vs.  $11,6 \pm 0,39$  % FDNi;  $P<0,01$ ). O teor de FDNi também sofreu influência quanto ao modo de conservação da cana, sendo maior para o tratamento com silagem em relação ao tratamento com cana fresca ( $12,7$  vs.  $11,7 \pm 0,39$  % FDNi;  $P<0,01$ ). Não houve efeito da interação entre os fatores ( $P=0,9$ ).

Tabela 2 – Composição químico-bromatológica média das dietas experimentais utilizadas

Variável	Tratamento				Média	EPM <sup>3</sup>
	Alta DFDN <sup>1</sup>		Baixa DFDN <sup>2</sup>			
	Fresca	Silagem	Fresca	Silagem		
MS, % <sup>4</sup>	55,1	44,5	56,4	45,8	50,4	1,88
MM, % MS <sup>5</sup>	5,10	5,47	4,58	5,01	5,04	0,23
PB, % MS <sup>6</sup>	14,4	15,2	14,1	15,0	14,7	0,82
EE, % MS <sup>7</sup>	1,69	1,78	1,71	1,83	1,75	0,33
CNE, % MS <sup>8</sup>	59,3	53,4	59,2	52,9	56,2	1,06
FDN, % MS <sup>9</sup>	18,2	23,0	19,1	24,1	22,2	0,71
FDA, % MS <sup>10</sup>	9,2	12,6	9,8	13,3	11,2	0,55
LIG, % MS <sup>11</sup>	0,74	1,25	1,02	1,40	1,10	0,24
FNDi, % MS <sup>12</sup>	11,0	12,1	12,3	13,3	12,2	0,43
DIVMS, % <sup>13</sup>	77,4	67,8	74,6	65,2	71,3	0,96
DIVFDN, % <sup>14</sup>	39,3	38,6	33,9	31,4	35,8	0,97

Notas: <sup>1</sup>Alta digestibilidade da fibra em detergente neutro. <sup>2</sup>Baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro. <sup>3</sup>Erro padrão da média. <sup>4</sup>Matéria seca. <sup>5</sup>Matéria mineral. <sup>6</sup>Proteína bruta. <sup>7</sup>Extrato etéreo. <sup>8</sup>Carboidros não fibrosos. <sup>9</sup>Fibra em detergente neutro. <sup>10</sup>Fibra em detergente ácido. <sup>11</sup>Lignina. <sup>12</sup>Fibra em detergente neutro indigestível. <sup>13</sup>Digestibilidade *in vitro* da matéria seca. <sup>14</sup>Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro. Os valores referentes à DIVMS e DIVFDN são em relação ao volumoso da dieta.

O coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) sofreu alteração significativa quanto ao genótipo da cana, sendo que a maior média foi dos tratamentos com a cana de alta DFDN em comparação com a cana de baixo DFDN (72,6 vs. 69,9 ± 0,81 % DIVMS;  $P < 0,01$ ). O modo de conservação também alterou a DIVMS, sendo maior para a cana fornecida fresca em comparação com a silagem de cana (76,0 vs. 66,5 ± 0,81 % DIVMS;  $P < 0,01$ ). Não houve efeito da interação entre o genótipo da cana e o modo de conservação sobre a DIVMS ( $P = 0,84$ ).

A variedade da cana utilizada influenciou a digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN), sendo maior para a variedade de alta DFDN em comparação com a cana de baixa DFDN (38,9 vs. 32,6 ± 0,80 % DIVFDN;  $P < 0,01$ ). O modo de conservação também provocou diferença estatística entre as médias, sendo maior para a cana

*in natura* em comparação com a silagem de cana (36,6 vs.  $35,0 \pm 0,80$  % DIVFDN;  $P=0,05$ ). Não houve efeito da interação entre os fatores sobre a DIVFDN ( $P=0,28$ ).

#### 4.2 Consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro

Os resultados referentes ao consumo de matéria seca (CMS) e consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) em kg/dia e em % PV foram analisados quanto ao genótipo da cana (Alta ou Baixa DFDN) e quanto ao modo de conservação da forragem (Fresca ou Ensilada), assim como, quanto à interação entre os fatores descritos. Desta forma, os dados médios estão apresentados na tabela 3.

A alimentação com a cana de alta digestibilidade da FDN aumentou o consumo de matéria seca (CMS), em relação ao genótipo de baixa digestibilidade da FDN ( $5,6$  vs.  $4,9 \pm 0,5$  kg/d,  $P=0,01$ ). O modo de conservação, fresca ou ensilada, não influenciou o CMS ( $P>0,1$ ). No entanto, não houve efeito da interação entre o genótipo da cana e o modo de conservação sobre o CMS ( $P=0,01$ ). O efeito da alta digestibilidade da FDN sobre o CMS foi significativo somente quando se utilizou a cana ensilada ( $P<0,01$ ), não sendo observado efeito sobre o consumo de matéria seca quando a cana foi fornecida *in natura* ( $P>0,1$ ) (Tabela 3).

Em relação ao consumo de FDN, houve efeito da interação entre o genótipo da cana e o modo de conservação sobre o consumo de FDN ( $P<0,01$ ). Quanto ao modo de conservação, somente a cana ensilada alterou o consumo de FDN, sendo maior para a variedade de alta DFDN em relação à de baixa DFDN ( $P<0,01$ ). Quanto ao genótipo da cana, somente a variedade de maior digestibilidade influenciou o consumo de FDN, sendo maior para esta cana ensilada em relação à cana *in natura* ( $P<0,01$ ) (Tabela 3).

Tabela 3 – Consumo de MS e de FDN em kg/dia e em % PV de novilhos nelores tratados com as rações experimentais

Variável	Tratamento				Média	EPM <sup>3</sup>
	Alta DFDN <sup>1</sup>		Baixa DFDN <sup>2</sup>			
	Fresca	Silagem	Fresca	Silagem		
	kg/dia					
CMS <sup>4</sup>	5,3	5,9 <sup>A</sup>	5,2	4,7 <sup>B</sup>	5,3	0,50
CFDN <sup>5</sup>	1,07 <sup>b</sup>	1,40 <sup>Aa</sup>	1,13	1,16 <sup>B</sup>	1,19	0,12
	% PV					
CMS <sup>4</sup>	1,84 <sup>b</sup>	2,07 <sup>Aa</sup>	1,82	1,65 <sup>B</sup>	1,85	0,09
CFDN <sup>5</sup>	0,38 <sup>b</sup>	0,49 <sup>Aa</sup>	0,40	0,40 <sup>B</sup>	0,42	0,02

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ( $P>0,05$ ).

Notas: <sup>1</sup>Alta digestibilidade da fibra em detergente neutro. <sup>2</sup>Baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro.

<sup>3</sup>Erro padrão da média. <sup>4</sup>Consumo de matéria seca. <sup>5</sup>Consumo de fibra em detergente neutro.

Houve efeito da interação entre o genótipo da cana e o modo de conservação sobre o consumo de MS em porcentagem do peso vivo (% PV) ( $P=0.01$ ). O modo de conservação influenciou significativamente o consumo de MS em %PV somente na forma de silagem ( $P<0.01$ ), sendo maior para silagem da cana de alta DFDN. O genótipo da cana alterou o consumo de MS em %PV somente para variedade de alta DFDN ( $P<0.05$ ), sendo maior para cana fornecida na forma de silagem (Tabela 3).

Houve efeito significativo da interação entre o genótipo da cana e o modo de conservação sobre o consumo de FDN em porcentagem do peso vivo (%PV) ( $P<0.01$ ). O modo de conservação influenciou significativamente o consumo de FDN em %PV somente na forma de silagem ( $P<0.01$ ), sendo maior para a silagem da cana de alta digestibilidade da FDN. O genótipo da cana alterou o consumo de FDN em %PV somente para variedade de alta DFDN ( $P<0.05$ ), sendo maior para cana fornecida na forma de silagem, conforme tabela 3.

#### 4.3 Conteúdo do compartimento ruminal e Cinética dos nutrientes no rúmen

Os resultados referentes ao conteúdo do compartimento ruminal e a cinética dos nutrientes no rúmen foram analisados quanto ao genótipo da cana (Alta ou Baixa DFDN) e quanto ao modo de conservação da forragem (Fresca ou Ensilada), assim como, quanto à

interação entre os fatores descritos. Desta forma, os dados médios estão apresentados na tabela 4.

A digesta total do rúmen (Pool – MO) e a matéria seca total do rúmen (Pool – MS) tiveram como valores médios 24,3 e 2,27 Kg, respectivamente. Onde não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados, quanto ao genótipo e o modo de conservação da cana-de-açúcar, assim como a interação entre os fatores ( $P>0,1$ ).

O total de fibra detergente neutro no rúmen (Pool – FDN) sofreu efeito significativo quanto à variedade da cana utilizada, alta ou baixa DFDN, onde foi maior para a cana de baixa qualidade da FDN, em relação à cana de alta qualidade da FDN (1,55 vs.  $1,38 \pm 0,17$  Kg;  $P = 0,06$ ). Não ocorreu efeito significativo quanto ao modo de conservação da forragem, assim como, para a interação entre os fatores ( $P=0,18$  e  $P=0,9$ ).

O total de fibra detergente neutro indigestível no rumem (Pool – FDNi) não sofreu influência da variedade da cana-de-açúcar, do modo de conservação, assim como, da interação entre os fatores ( $P=0,09$ ,  $P=0,63$  e  $P=0,5$ ).

Tabela 4 – Conteúdo do compartimento ruminal e cinética dos nutrientes no rúmen

Variável	Tratamento				Média	EPM <sup>3</sup>
	Alta DFDN <sup>1</sup>		Baixa DFDN <sup>2</sup>			
	Fresca	Silagem	Fresca	Silagem		
	Kg					
Pool – MO <sup>4</sup>	24,6	22,7	25,4	24,3	24,3	3,34
Pool – MS <sup>5</sup>	2,26	2,09	2,47	2,26	2,27	0,29
Pool – FDN <sup>6</sup>	1,42	1,33	1,60	1,50	1,46	0,18
Pool – FDNi <sup>7</sup>	0,84	0,78	0,91	0,92	0,86	0,16
	%/h					
Turnover FDN <sup>8</sup>	3,16 <sup>b</sup>	4,39 <sup>Aa</sup>	3,04	3,36 <sup>B</sup>	3,49	0,21
Turnover FDNd <sup>9</sup>	3,71	5,12	3,16	3,91	3,97	0,35
k <sub>p</sub> – FDN <sup>10</sup>	2,88 <sup>b</sup>	3,92 <sup>Aa</sup>	3,01	3,05 <sup>B</sup>	3,21	0,22
k <sub>d</sub> – FDN <sup>11</sup>	0,77	1,20	0,11	0,97	0,76	0,43

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ( $P>0,05$ ).

Notas: <sup>1</sup>Alta digestibilidade da fibra em detergente neutro. <sup>2</sup>Baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro.

<sup>3</sup>Erro padrão da média. <sup>4</sup>Pool de matéria original. <sup>5</sup>Pool de matéria seca. <sup>6</sup>Pool de fibra em detergente neutro.

<sup>7</sup>Pool de fibra em detergente neutro indigestível. <sup>8</sup>Turnover de fibra em detergente neutro. <sup>9</sup>Turnover de fibra em

detergente neutro digestível. <sup>10</sup>Taxa de passagem de fibra em detergente neutro. <sup>11</sup>Taxa de digestão de fibra em detergente neutro.

Houve efeito significativo da interação entre o genótipo da cana e o modo de conservação sobre a taxa de renovação da fibra em detergente neutro (Turnover FDN) ( $P=0,03$ ). O modo de conservação influenciou o Turnover da FDN somente na forma de silagem ( $P<0,01$ ), sendo maior para a cana de alta DFDN. A variedade da cana-de-açúcar alterou o Turnover FDN somente para genótipo de alta DFDN ( $P<0,01$ ), sendo maior para a cana fornecida na forma de silagem (Tabela 4).

Quanto à taxa de renovação da fibra em detergente neutro digestível (Turnover FDNd), foi influenciada pelo genótipo da cana-de-açúcar, sendo maior para a cana de alta DFDN, em relação a cana de baixa DFDN ( $4,41$  vs.  $3,54 \pm 0,27$  %/h;  $P=0,01$ ). O Turnover FDNd também sofreu efeito quanto ao modo de conservação da cana, onde o tratamento com silagem da cana obteve maior média em relação a cana fresca ( $4,52$  vs.  $3,43 \pm 0,28$  %/ha;  $P<0,01$ ). Não houve efeito da interação entre a variedade da cana e o modo de conservação ( $P>0,1$ ).

Houve efeito da interação entre o genótipo da cana e o modo de conservação sobre a taxa de passagem da FDN ( $k_p$  – FDN). O modo de conservação da cana influenciou significativamente a taxa de passagem somente na forma de silagem ( $P<0,01$ ), sendo maior para a cana de alta DFDN. A variedade da cana alterou a taxa de passagem somente para a cana de alta DFDN ( $P<0,01$ ), sendo maior para a cana fornecida na forma de silagem (Tabela 4).

A taxa de digestão da FDN ( $k_d$  – FDN) não foi influenciada pelo genótipo da cana-de-açúcar ( $P>0,1$ ). No entanto o modo de conservação, fresca ou silagem, alterou de forma significativa a taxa de digestão da FDN, sendo maior para a cana fornecida na forma de silagem, em relação à cana fornecida fresca ( $1,10$  vs.  $0,44 \pm 0,37$  %/h;  $P<0,05$ ). Não houve efeito da interação entre o genótipo da cana e o modo de conservação sobre a taxa de digestão da FDN ( $P>0,1$ ).

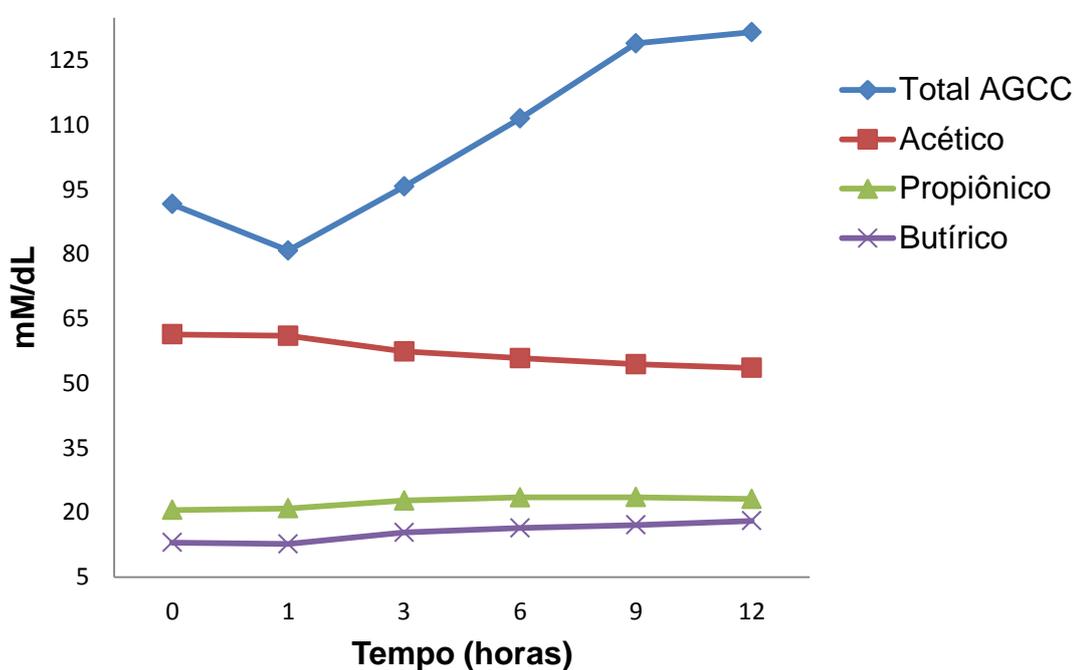
#### 4.4 Perfil de ácidos graxos de cadeia curta e Razão Acetato:Propionato

Os resultados referentes ao perfil de ácidos graxos de cadeia curta e à Razão Acetato:Propionato (Razão A:P) foram analisados quanto ao genótipo da cana (Alta ou Baixa

DFDN), quanto ao modo de conservação da forragem (Fresca ou Ensilada) e quanto ao tempo (0, 1, 3, 6, 9 e 12 horas após a alimentação), assim como, quanto à interação entre os fatores descritos. Desta forma, os dados médios estão apresentados na tabela 5.

Os ácidos, acético, propiônico e butírico, assim como, a soma total desses ácidos sofreram efeito significativo em função do tempo ( $P<0,01$ ), como mostra a figura 2.

Figura 2 - Relação entre a concentração (mM/dL) dos AGCC em relação ao Tempo (horas)



O genótipo da cana utilizada não alterou a soma total dos AGCC dentre os tratamentos ( $P=0,9$ ). Já o modo de conservação da forragem influenciou de forma significativa a soma total de AGCC, sendo maior para a cana fornecida fresca em relação à silagem ( $114,4$  vs.  $99,1 \pm 11,69$  mM/dL;  $P=0,05$ ). Não houve efeito significativo das interações analisadas sobre a soma total dos AGCC ( $P>0,05$ ).

A concentração de ácido acético (Acetato) não sofreu efeito quanto ao genótipo da cana-de-açúcar ( $P=0,43$ ). No entanto, o modo de conservação alterou a concentração de acetato dentre os tratamentos, sendo maior para a cana ensilada em relação à cana *in natura*

(58,7 vs.  $55,8 \pm 1,60$  mM/dL;  $P=0,01$ ). Não houve efeito significativo das interações analisadas sobre a concentração de acetato ( $P>0,1$ ).

A variedade da cana-de-açúcar não influenciou a concentração de propionato ( $P=0,51$ ). Porém, o modo de conservação alterou significativamente a concentração de propionato, sendo maior para a cana fresca em relação à silagem de cana (24,2 vs.  $20,6 \pm 1,40$  mM/dL;  $P=0,01$ ). Quanto à interação entre os fatores, somente houve efeito significativo da interação entre o modo de conservação (Fresca ou Silagem) e o tempo ( $P<0,01$ ), sendo observada diferença somente nos quatro primeiros tempos ( $P<0,01$ ), como mostra a figura 3.

A concentração de ácido butírico (Butirato) sofreu influencia significativa somente quanto ao tempo ( $P<0,01$ ) (Figura 2).

Tabela 5 - Perfil de ácidos graxos de cadeia curta e Razão Acetato:Propionato

Variável	Tratamento				Média	EPM <sup>3</sup>
	Alta DFDN <sup>1</sup>		Baixa DFDN <sup>2</sup>			
	Fresca	Silagem	Fresca	Silagem		
	mM/dL					
Total AGCC	107,7	105,0	121,1	93,2	106,7	12,8
Acetato (A)	55,0	58,6	56,6	58,9	57,3	1,8
Propionato (P)	24,8	20,8	23,6	20,4	22,4	1,7
Butirato	16,1	15,1	15,3	15,1	15,4	0,9
Razão A:P	2,33	2,89	2,58	3,00	2,70	0,27

Notas: <sup>1</sup>Alta digestibilidade da fibra em detergente neutro; <sup>2</sup> Baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro; <sup>3</sup> Erro padrão da média.

A Razão A:P não foi influenciada pelo genótipo da cana-de-açúcar ( $P=0,44$ ). Entretanto, o modo de conservação alterou significativamente a Razão A:P, sendo maior para a cana ensilada em comparação com a cana *in natura* (2,95 vs.  $2,45 \pm 0,22$ ;  $P=0,04$ ). A interação entre o modo de conservação e o tempo teve efeito significativo para a Razão A:P ( $P=0,03$ ), sendo observada diferença somente nos quatro primeiros tempos ( $P<0,05$ ), como é mostrado na figura 4.

Figura 3 - Relação entre a concentração (mM/dL) de Propionato e o Tempo (horas), em função do modo de conservação da cana-de-açúcar (Fresca ou Ensilada)

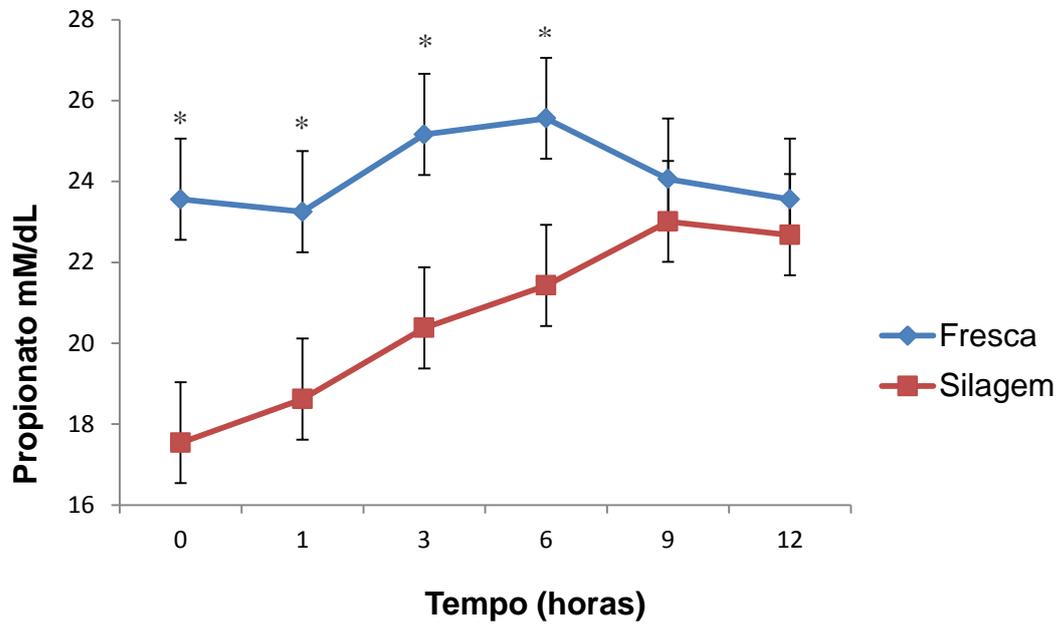
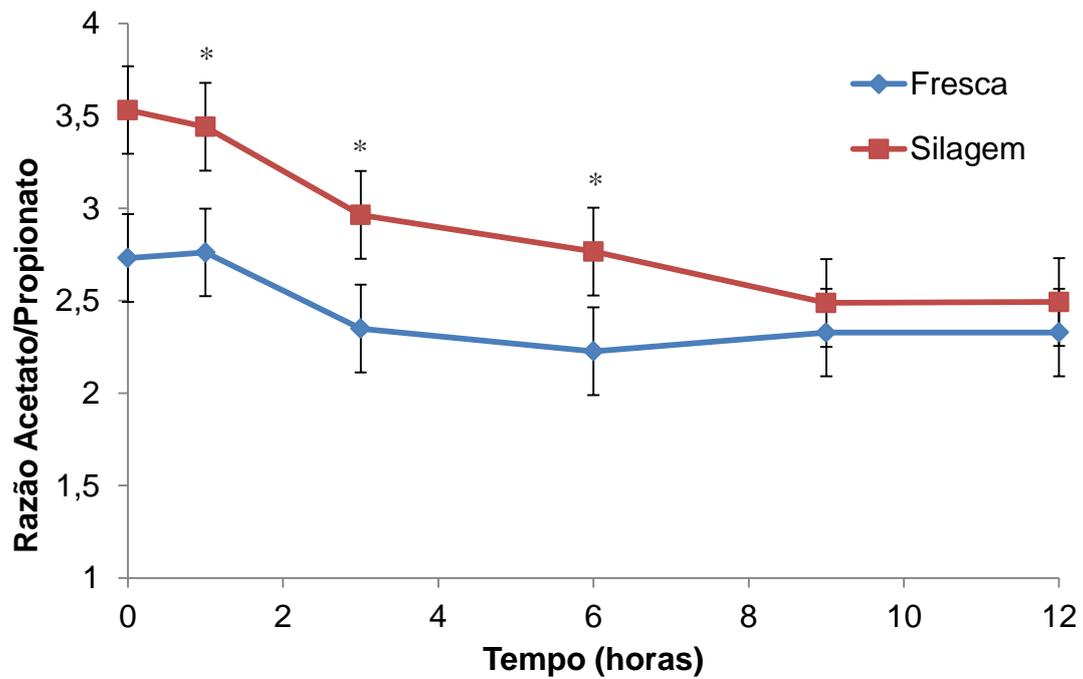


Figura 4 - Relação entre a Razão A:P e o Tempo (horas), em função do modo de conservação da cana-de-açúcar (Fresca ou Ensilada)

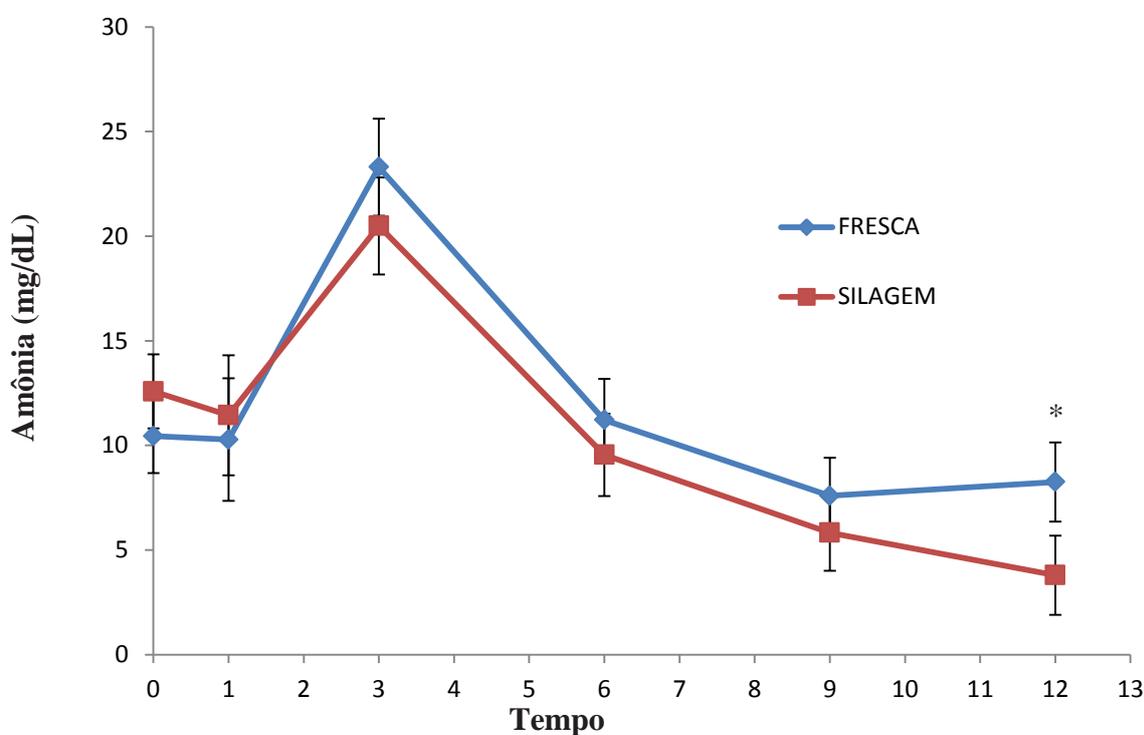


#### 4.5 Nitrogênio amoniacal e pH ruminal

Os resultados referentes ao nitrogênio amoniacal no rúmen e ao pH ruminal foram analisados quanto ao genótipo da cana (Alta ou Baixa DFDN), quanto ao modo de conservação da forragem (Fresca ou Ensilada) e quanto ao tempo (0, 1, 3, 6, 9 e 12 horas após a alimentação), assim como, quanto à interação entre os fatores descritos.

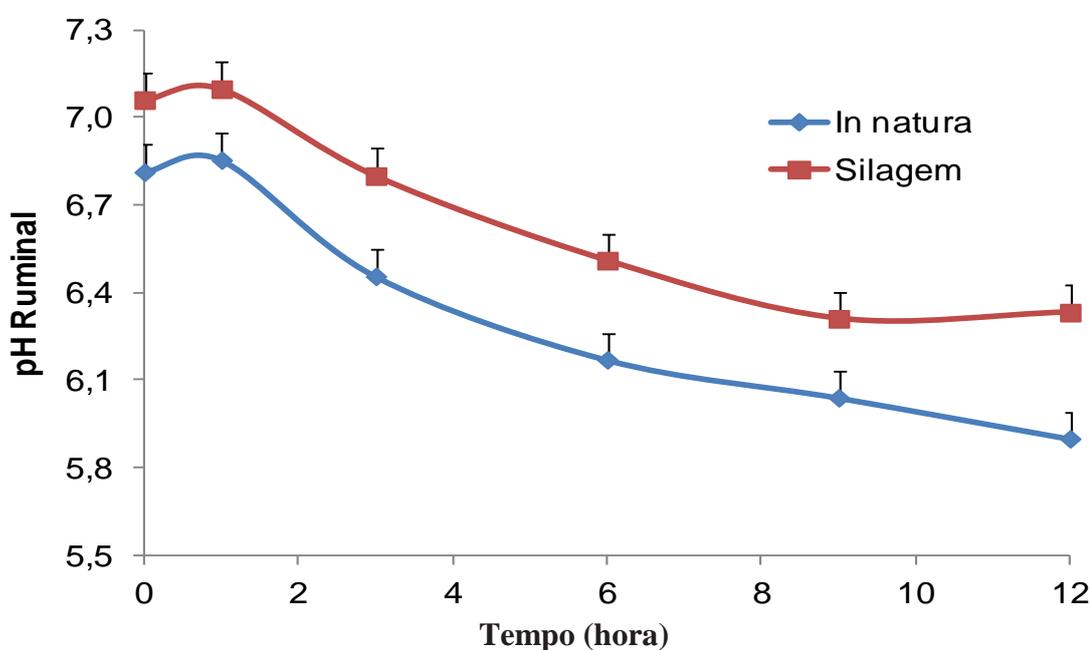
A concentração de amônia ruminal foi influenciada pelo genótipo da cana, onde a variedade de baixa digestibilidade da fibra obteve o maior valor médio em relação à cana de alta digestibilidade ( $12.5$  vs.  $9.9 \pm 1,68$  mg/dL;  $P=0,05$ ). O modo de conservação não alterou a concentração de amônia ruminal ( $P=0,34$ ). O tempo influenciou de forma significativa a concentração de amônia no rumem ( $P<0,01$ ). Houve uma interação significativa entre o modo de conservação e o tempo ( $P<0,05$ ), sendo observada a diferença somente no tempo 12 ( $P=0,01$ ), como mostra a figura 5.

Figura 5 - Relação entre a Amônia ruminal (mg/dL) e o Tempo (horas), em função do modo de conservação da cana-de-açúcar (Fresca ou Ensilada)



O genótipo da cana-de-açúcar não interferiu o pH ruminal ( $P=0,77$ ). No entanto, o modo de conservação da cana influenciou o pH ruminal, sendo que a alimentação com a silagem de cana proporcionou pH ruminal maior do que a alimentação com a cana *in natura* ( $6.69$  vs.  $6.37 \pm 0.08$ ,  $P<0.01$ ). Ocorreu redução do pH ao longo do dia ( $P<0.01$ ), de acordo com a figura 6. Não houve efeito da interação entre o tempo e o modo de conservação sobre o pH ruminal ( $P=0.23$ ).

Figura 6 - Relação entre o pH ruminal e o tempo (hora), em função do modo de conservação da cana-de-açúcar



#### 4.6 Ecosistema ruminal

Os resultados referentes ao ecossistema ruminal foram analisados quanto ao genótipo da cana (Alta ou Baixa DFDN) e quanto ao modo de conservação da forragem (Fresca ou Ensilada), assim como, quanto à interação entre os fatores descritos. Desta forma, os dados médios estão apresentados na tabela 6.

O genótipo da cana-de-açúcar não influenciou a população de *Streptococcus bovis* ( $P=0,6$ ). A alimentação com cana fresca resultou no aumento da quantidade de *S. bovis* em

relação ao tratamento com silagem (1,14 vs.  $0,10 \pm 0,12$ ;  $P < 0,01$ ). Não houve efeito da interação entre genótipo e modo de conservação da cana-de-açúcar sobre a quantidade de *Streptococcus bovis* ( $P = 0,29$ ).

Na quantificação de *Ruminococcus albus*, houve influência significativa de ambas as variáveis. Quanto à digestibilidade da FDN, a população foi maior para os tratamentos com a variedade de alta DFDN em relação ao genótipo de baixa qualidade da FDN ( $2,51$  vs.  $0,61 \pm 0,21$ ;  $P < 0,05$ ). Quanto ao modo de conservação, os animais alimentados com cana fresca obtiveram o maior número de *R. albus*, em relação aos alimentados com silagem ( $2,67$  vs.  $0,45 \pm 0,21$ ;  $P < 0,05$ ). Não foi observado efeito da interação entre as variáveis sobre a população de *R. albus* ( $P = 0,78$ ).

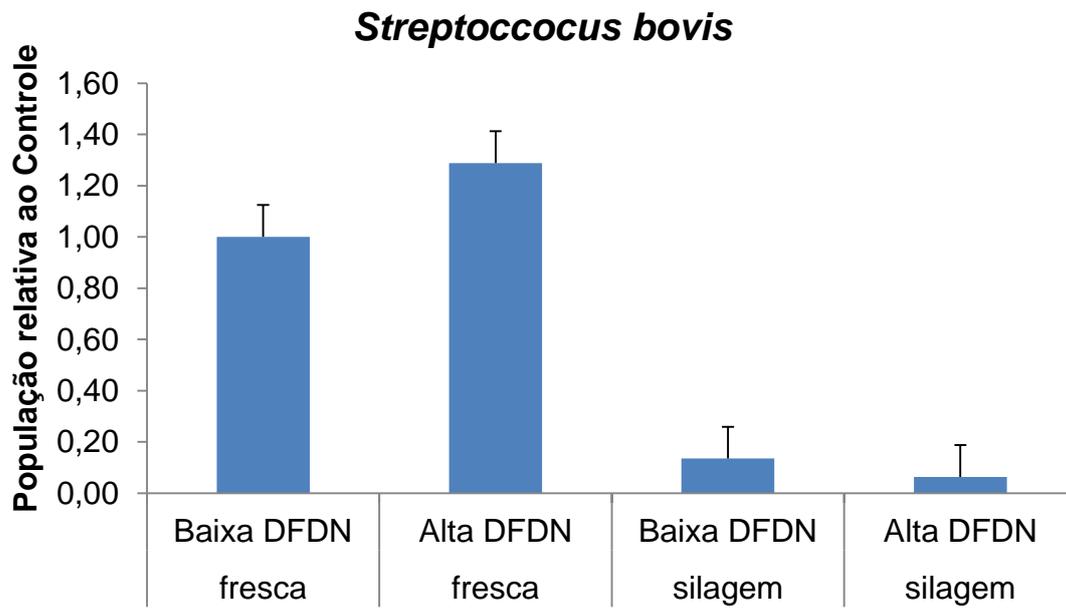
Houve efeito da interação entre a DFND e o modo de conservação da cana, sobre a população de *Fibrobacter succinogenes* ( $P = 0,02$ ). Quanto ao modo de conservação, houve efeito significativo para o tratamento com a cana *in natura*, sendo maior para a cana de alta digestibilidade da fibra ( $P = 0,01$ ). Quanto ao genótipo da cana, houve efeito para a variedade de alta DFDN, sendo maior para a cana fornecida fresca ( $P < 0,01$ ), como é mostrado na tabela 6.

Tabela 6 - População relativa do *Streptococcus bovis*, *Ruminococcus albus* e *Fibrobacter succinogenes* em relação ao controle, em função da digestibilidade da fibra em detergente neutro (alta ou baixa DFND) e do tipo de conservação (Fresca ou Silagem) da cana-de-açúcar

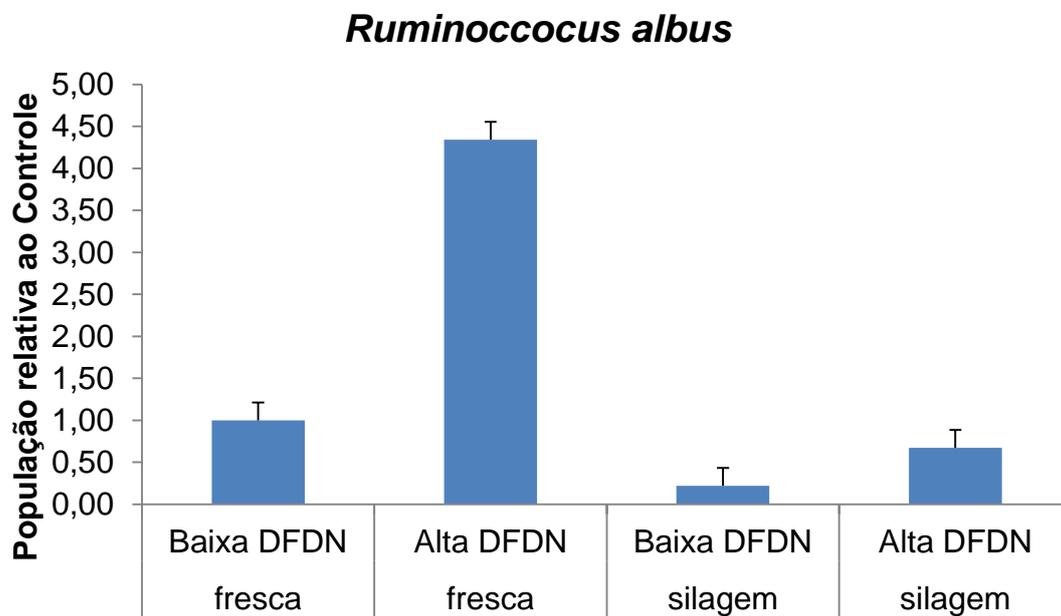
Variável	Tratamento				Média	EPM <sup>3</sup>
	Alta DFDN <sup>1</sup>		Baixa DFDN <sup>2</sup>			
	Fresca	Silagem	Fresca	Silagem		
<i>S. bovis</i>	1,29	0,06	1,00	0,13	0,62	0,12
<i>R. albus</i>	4,34	0,67	1,00	0,22	1,56	0,21
<i>F. succinogenes</i>	5,58 <sup>Aa</sup>	0,57 <sup>b</sup>	1,00 <sup>B</sup>	0,92	2,02	0,35

Notas: <sup>1</sup>Alta digestibilidade da fibra em detergente neutro; <sup>2</sup> Baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro; <sup>3</sup> Erro padrão da média. O tratamento Baixa DFDN fresca foi considerado como referência. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ ).

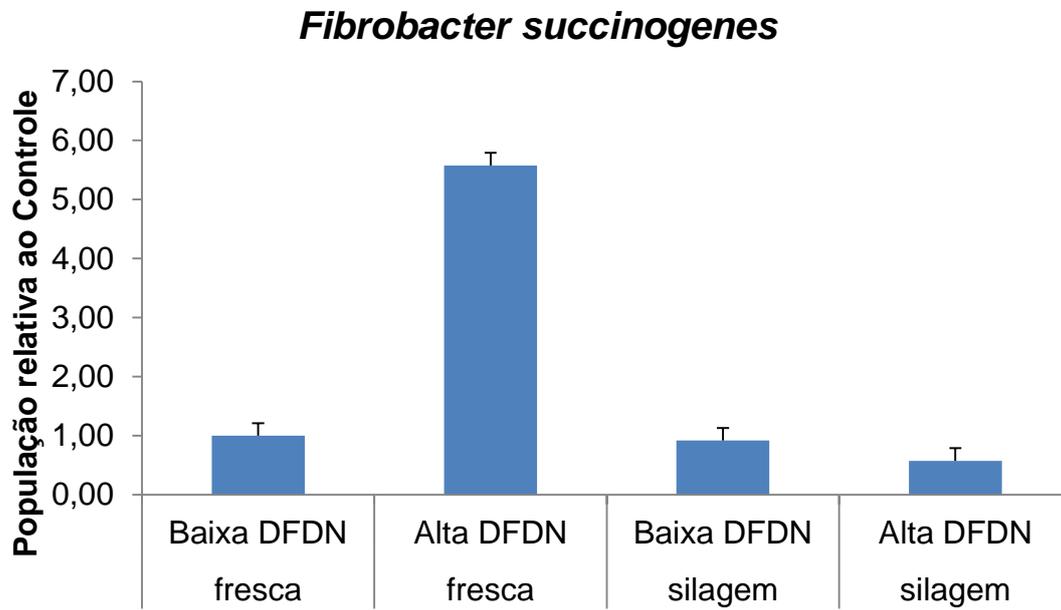
Para melhor entendimento dos resultados de cada microrganismo ruminal em cada tratamento, os dados foram expostos em gráficos, apresentados nas figuras 7, 8 e 9.

Figura 7 - População relativa de *S. bovis* em função da DFND e da conservação da cana-de-açúcar

Nota: O tratamento Baixa DFND fresca foi considerado como referência.

Figura 8 - População relativa de *R. albus* em função da DFND e da conservação da cana-de-açúcar

Nota: O tratamento Baixa DFND fresca foi considerado como referência.

Figura 9 - População relativa de *F. succinogenes* em função da DFND e da conservação da cana-de-açúcar

Nota: O tratamento Baixa DFND fresca foi considerado como referência.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 Consumo

As hipóteses deste estudo foram que a maior digestibilidade da FDN aumentaria o consumo de novilhos Nelore alimentados com cana-de-açúcar fornecida fresca. E que o efeito da maior DFDN não seria mantido na silagem de cana. Pois, é conhecido que durante o processo de fermentação da silagem, parte dos carboidratos não estruturais é consumido, aumentando a proporção de componentes fibrosos e consequentemente reduzindo o CMS. No entanto, a alimentação com o genótipo de alta DFDN aumentou o consumo de MS, somente na forma de silagem. O processo de ensilagem não alterou o efeito da alta DFDN sobre o CMS, contrariando as nossas hipóteses.

Com a fermentação do CNE no processo de conservação da silagem, o teor de fibra aumentou. Dessa forma, o efeito da alta DFDN ficou mais evidente nesse tratamento, visto que, a silagem de alta DFDN obteve maior CMS em relação à silagem de baixa DFDN. Forbes e Provenza (2000) teorizaram que o CMS pelos ruminantes é regulado pelo fator físico de enchimento ruminal, onde o animal para de comer para minimizar o desconforto causado pelo excesso de alimento fibroso no rúmen. Segundo Rinne, Huhtanen e Jaakkola (2002), o CMS é limitado pelo enchimento do rúmen, somente para as forragens de menor digestibilidade da fibra e não para as de maior DFDN, como ocorreu no presente estudo. Os mesmos autores, em experimento com silagens de diferentes digestibilidades da FDN para vacas em lactação, observaram que o consumo voluntário de silagem aumentou com o aumento da DFDN do volumoso. Huhtanen (1994) observou que o CMS de silagem aumentou 0,151 kg com o aumento de 10 g/kg da digestibilidade da FDN em silagens de plantas forrageiras.

Devido ao elevado teor de carboidratos não estruturais na cana-de-açúcar, os tratamentos com cana fresca não tiveram diferença no CMS, quanto ao genótipo da cana. Indicando assim, que os animais atingiram a saciedade metabólica, limitando o consumo. O efeito da maior DFDN na cana fresca foi mascarado pelo alto teor de açúcar da cana. Illius e Jessop (1996) sugeriram que o consumo de MS voluntário pelos ruminantes é controlado por sinais metabólicos de saciedade enviados ao sistema nervoso central. Dado e Allen (1995)

conceituaram que quando vacas leiteiras atingem o balanço positivo de energia, a capacidade física de enchimento ruminal passa a ser menos importante, como mecanismo de controle do consumo.

A menor qualidade da fibra associada ao maior teor de FDN, como foi o caso do tratamento com a silagem de baixa DFDN, resultou numa diminuição do consumo. Estudos anteriores já mostraram resultados semelhantes, onde se aumentou o teor de FDN dietético de baixa qualidade, reduziu assim o CMS de novilhos (REID et al., 1988; ORSKOV; REID; KAY, 1991). Tjardes et al. (2002) alimentando novilhos da raça Holandesa com dieta com 50,8% de FDN observou uma redução no CMS quando comparado com os animais tratados com 33,8% de FDN dietético. A lenta fermentação da fração fibrosa (FDN) dos alimentos tem sido correlacionada como responsável pelo enchimento ruminal (MERTENS, 1987). Dietas com alto teor de FDN tem resultado em maior enchimento ruminal e conseqüentemente em menor CMS, quando comparado com dietas com baixo teor de FDN (AITCHISON et al., 1986; LLAMAS-LAMAS; COMBS, 1991).

Mertens (1987) estudando como prever o consumo de ruminantes considerou o teor de FDN na digesta, como o componente mais associado com a ocupação de espaço no compartimento ruminal. Quando o consumo não é limitado pelo enchimento de dietas com alto teor de FDN, sugere que mudanças no comportamento alimentar desses animais aconteceram, com o intuito de acomodar o volume extra de alimento, evitando assim, a redução do consumo (JOHNSON; COMBS, 1992). Como por exemplo, os animais reduzem o tamanho das refeições e aumentam a frequência de busca pelo alimento (BAUMONT; MALBERT; RUCKEBUSCH, 1990), buscando manter o rúmen com a capacidade máxima de enchimento.

## 5.2 Conteúdo ruminal

O aumento da DFDN ou o modo de conservação da cana não afetaram a digesta total do rúmen, a quantidade de MS e o teor FDN<sub>i</sub> no compartimento ruminal. Já a quantidade de FDN na digesta ruminal aumentou com a redução da qualidade da fibra. Com a diminuição da DFDN o alimento permaneceu mais tempo retido no rúmen, para ser digerido e passar para o retículo, aumentando assim o teor de FDN do conteúdo ruminal. Tjardes et al. (2002)

aumentando a concentração de FDN dietético para novilhos não observou diferença quanto a digesta total no rúmen e as quantidades de MS, FDN e FDNi no compartimento ruminal. Johnson e Combs (1992) e Dado e Allen (1995) trabalhando com vacas no início da lactação, observaram que aumentando a concentração de FDN na dieta houve um aumento na digesta total e na quantidade de FDN ruminal. Segundo os autores dos estudos anteriores com vacas no início da lactação, o aumento da FDN na dieta aumentou a massa da digesta total do rúmen, limitando o CMS devido ao enchimento ruminal. Tjardes et al. (2002) trabalhando com novilhos em crescimento, observou que a digesta total do rúmen não sofreu alteração entre os diferentes tratamentos, sugerindo que o CMS não foi limitado pela distensão ruminal.

O acúmulo de fibra indigestível (FDNi) no rúmen tem sido observado a medida que a digestibilidade da fibra diminui (AITCHISON et al., 1986; RINNE; JAAKKOLA; HUHTANEN, 1997; RINNE; HUHTANEN; JAAKKOLA, 2002), sugerindo que seria um importante fator limitante de consumo. No entanto, no presente estudo não foi observada mudanças na concentração de FDNi dentre os tratamentos com alta ou baixa DFDN. A contribuição dos diferentes componentes da digesta para explicar os efeitos do enchimento ruminal podem não ser similares (RINNE; HUHTANEN; JAAKKOLA, 2002).

### 5.3 Cinética ruminal

A maior digestibilidade da fibra e a conservação na forma de silagem aumentaram a taxa de renovação da FDN. Este resultado geralmente acompanha o maior consumo em dietas com alto teor de fibra, pois o animal terá que comer mais para suprir sua exigência energética. Dado; Allen (1995) notaram que o aumento no consumo de FDN provoca enchimento ruminal, com isso o animal passa mais tempo ruminando e mastigando o alimento, na tentativa de reduzir o tamanho da partícula, para aumentar a digestão e passar mais rápido para o retículo. Estes autores reportaram também que esses são fatores compensatórios para manter o consumo em dietas com elevada concentração de fibra. Esses mecanismos regulatórios são mais evidentes em animais de exigência elevada ou de baixo peso corporal (DADO, 1993). Tjardes et al. (2002) obtiveram resultados semelhantes trabalhando com novilhos da raça Holandesa em crescimento, onde o aumento da concentração de FDN

dietético e do volume ruminal, provocaram um aumento na taxa de renovação do FDN (turnover).

De forma semelhante ao que aconteceu com a taxa de renovação da FDN (turnover), ocorreu com a taxa de passagem, sendo maior para o tratamento com silagem de cana de alta DFDN. Com a melhor qualidade da fibra o consumo foi maior e o alimento permaneceu menos tempo no rúmen para ser digerido e passar para o retículo. Uma sequência de estudos anteriores encontrou o mesmo, onde em dietas com elevado teor de FDN de boa qualidade, a taxa de passagem foi aumentada para reduzir os efeitos do enchimento ruminal, evitando assim, redução no consumo (WOODFORD; JORGENSEN; BARRINGTON, 1986; JOHNSON; COMBS, 1991; DADO; ALLEN, 1995). A taxa de digestão foi maior para os tratamentos com silagem de cana, devido às mudanças no comportamento alimentar dos animais para digerir mais eficientemente o alimento com maior teor de FDN, evitando assim, reduções no CMS. Dado e Allen (1995), observaram que vacas no início da lactação, quando alimentadas com dietas contendo elevado teor de FDN aumentaram o número de movimentos ruminais e passaram mais tempo mastigando o alimento. Segundo os mesmos autores, o aumento na atividade mastigatória aumentou as taxas de digestão ruminal e de passagem do alimento. Resultados parecidos foram reportados por (WOODFORD; JORGENSEN; BARRINGTON, 1986; BAUMONT; MALBERT; RUCKEBUSCH, 1990).

#### 5.4 Fermentação ruminal

A alimentação com cana fresca aumentou o total de AGCC e a concentração molar de propionato, já o pH ruminal foi menor em relação as dietas com silagem de cana. A maior concentração de propionato e redução do pH estão correlacionados com o maior teor de carboidratos não estruturais da cana *in natura* e menor concentração de FDN nos tratamentos com a cana fresca. Resultados semelhantes foram encontrados por Grant e Mertens (1992), em dietas com elevado teor de carboidratos não estruturais na dieta de ruminantes. Tjardes et al. (2002) encontrou aumento no total de AGCC e redução do pH, em dietas de menor teor de FDN comparada com alto teor de FDN. Os mesmos autores ainda reportaram que a concentração molar de propionato aumentou e a de acetato diminuiu, para o tratamento com menor teor de FDN dietético.

Já os tratamentos com silagem obtiveram pH mais elevado e maior concentração molar de ácido acético. Estes resultados estão de acordo com a redução dos carboidratos não estruturais no processo de ensilagem e conseqüentemente com o aumento do teor de FDN nas forragens conservadas. Rinne, Huhtanen e Jaakkola (2002) trabalhando com silagem de capim de diferentes DFDN, obtiveram resultados semelhantes, onde as concentrações molares de acetato aumentou, a de butirato diminuiu e a de propionato foi menos consistente. Dado e Allen (1995) fornecendo uma dieta com alta concentração de FDN para vacas no início da lactação, observaram diminuição do total de AGCC, aumento na concentração do acetato, diminuição do propionato e maior pH ruminal.

A baixa digestibilidade da fibra aumentou a concentração da amônia ruminal, possivelmente, devido a maior seletividade dos animais, que buscaram consumir primeiramente o concentrado em detrimento do volumoso, baseado em observações empíricas. No entanto as concentrações médias de amônia ruminal permaneceram acima do mínimo requerido para o máximo crescimento microbiano e máxima digestão ruminal em todos os tratamentos (CHRISTENSEN et al., 1993; NRC, 1996), que é de 5 mg/dL. O pico máximo de concentração da amônia ocorreu duas horas após o fornecimento do alimento e foi semelhante em todos os tratamentos.

## 5.5 Ecosistema ruminal

As bactérias amilolíticas tem predileção por alimentos ricos em carboidratos. Com isso, a alimentação com cana fresca aumentou a população de *Streptococcus bovis*, devido a maior disponibilidade de carboidratos não estruturais prontamente fermentáveis em relação à silagem. O rápido crescimento do *S. bovis* não foi observado em animais adaptados a dietas ricas em carboidratos, mas sim em animais que sofreram de uma acidose láctica (NAGARAJA; TITGEMEYER, 2007). O pH ruminal dos animais tratados com cana fresca foi menor ao longo de todo o dia em relação ao tratamento com silagem, favorecer o crescimento do *S. bovis*. Como é conhecido na literatura, esta espécie tem a habilidade de se multiplicar em ambiente de menor pH (RUSSELL, J. R.; HINO, 1985; GARNER; FLINT; RUSSELL, 2002).

As bactérias responsáveis pela degradação da fibra estão aqui representadas pelas espécies *Ruminococcus albuns* e *Fibrobacter succinogenes*, onde ambas tiveram um maior crescimento no tratamento com cana fresca de alta DFDN. A proporção de forragem de boa qualidade influencia positivamente o crescimento das populações das espécies de bactérias celulolítica no ambiente ruminal (FERNANDO et al., 2010). O tratamento forneceu fibra de qualidade para a adesão das bactérias e pH ideal para o crescimento dessas espécies. As bactérias fibrolíticas são responsáveis pela digestão da fibra e estão predominantemente presentes em dietas com alto teor de fibra de boa qualidade (KOIKE; KOBAYASHI, 2001). Muitos autores que trabalharam com microbiologia do rúmen mostraram que as bactérias fibrolíticas tem predileção de crescimento em pH em torno de 6,2 (RUSSELL, J. B.; DOMBROWSKI, 1980; SHI; WEIMER, 1992; WEIMER, 1993). FERNANDO et al. (2010), trabalhando com a adaptação de novilhos de corte à dietas de alto teor de concentrado, observaram a diminuição da prevalência de *Ruminococcus albuns* e *Fibrobacter succinogenes*, em numero até 40 vezes menor que em animais com dietas de alto teor de volumoso na dieta.

## 6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a maior digestibilidade da fibra aumenta a taxa de passagem e consequentemente, o consumo de matéria seca de novilhos alimentados com silagem de cana-de-açúcar. O processo de ensilagem não interfere no efeito da maior DFDN sobre o CMS. O consumo da cana-de-açúcar *in natura* foi provavelmente limitado pela saciedade metabólica, devido ao maior teor de CNE, mascarando assim o efeito da maior DFDN.

## REFERÊNCIAS

- AITCHISON, E. M.; GILL, M.; DHANOA, M. S.; OSBOURN, D. F. The effect of digestibility and forage species on the removal of digesta from the rumen and the voluntary intake of hay by sheep. **Br J Nutr**, v. 56, n. 2, p. 463-476, 1986.
- ALLEN, M. S.; MERTENS, D. R. Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes. **J Nutr**, v. 118, n. 2, p. 261-270, 1988.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p. 1598-1624, 2000.
- ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B. E.; GARCIA, G. THE EFFECTS OF AMMONIA ON THE FERMENTATION OF CHOPPED SUGARCANE. **Animal Feed Science and Technology**, v. 9, n. 4, p. 291-299, 1983.
- ANDRADE, J. B.; FERRARI JR., E.; POSSENTI, R. A. Produção e composição de genótipos de cana-de-açúcar. **Boletim da Indústria Animal**, v. 60, n. 1, p. 11-22, 2003.
- ANDRADE, J. B.; FERRARO JR., E.; POSSENTI, R. A.; OTSUK, I. P.; ZIMBACK, L.; LANDELL, M. G. A. Composição química de genótipos de cana-de-açúcar em duas idades, para fins de nutrição animal. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 341-349, 2004.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 13<sup>th</sup> ed. Washington: AOAC International, 1980. 1015 p.
- AZEVÊDO, J. A. G.; PEREIRA, J. C.; CARNEIRO, P. C. S.; QUEIROZ, A. C.; BARBOSA, M. H. P.; FERNANDES, A. M.; RENNO, F. P. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1431-1442, 2003.
- BANDA, M.; VALDEZ, R.E. Effect of stage of maturity on nutritive value of sugar cane. **Tropical Animal Production**, Santo Domingo, v. 1, n. 2, p. 94-97, 1976.
- BAUMONT, R.; MALBERT, C. H.; RUCKEBUSCH, Y. Mechanical stimulation of rumen fill and alimentary behavior in sheep. **Animal Production**, v. 50, p. 123-128, 1990.
- BOIN C.; MATTOS, W. R. S.; D'ARCE, R.D. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, p. 805-856.
- BOIN, C.; TEDESCHI, L. O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...Piracicaba: FEALQ**, 1993. p. 107-126.

BORGES, A. L. C. C.; PEREIRA, L. G. R. Cana-de-açúcar como volumoso para bovinos. In: MARQUES, D.C. (Ed.). **Criação de bovinos**. 7. ed. Belo Horizonte: Consultoria Veterinária e Publicações, 2003. p. 221-224.

CARVALHO, M. V.; RODRIGUES, P. H. M.; LIMA, M. L. P.; ANJOS, I. A. dos; LANDELL, M. G. A.; SILVA, L. F. P. Composição bromatológica e digestibilidade de cana-de-açúcar colhida em duas épocas do ano. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 47, p. 298-306, 2010.

CASLER, M. D.; VOGEL, K. P. Accomplishments and impact from breeding for increased forage nutritional value. **Crop Science**, v. 39, n. 1, p. 12-20, 1999.

CASLER, M. D. Breeding for increased forage quality. **Plant Breeding: Arnel R Hallauer International Symposium**, p. 323-334, 2006.

CHRISTENSEN, R. A.; CAMERON, M. R.; KLUSMEYER, T. H.; ELLIOTT, J. P.; CLARK, J. H.; NELSON, D. R.; YU, Y. Influence of amount and degradability of dietary protein on nitrogen utilization by dairy cows. **J Dairy Sci**, v. 76, n. 11, p. 3497-3513, 1993.

CORREA, C. E. S.; PEREIRA, M. N.; OLIVEIRA, S. G. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 4, p. 621-529, 2003.

Dado, R. G. **Voluntary intake and feeding behavior of dairy cows in response to rumen fill from forage fiber**. Ph. D. dissertation. Michigan State University, East Lansing. 1993.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **J Dairy Sci**, v. 78, n. 1, p. 118-133, 1995.

DIB NUNES JR., M. S. Variedades de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar cultivado e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 2, p. 187-259.

ERWIN, E. S.; MARCO, G. J.; EMERY, E. M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **J. Dairy Sci.**, v. 44, p. 1768-1771, 1961.

FERNANDES, A. M.; QUEIROZ, A. C.; PEREIRA, J. C. Composição químico-bromatológica de cana-de-açúcar (*Saccharum spp L.*) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 977-985, 2003.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; TULLIO, R. R.; PERECIN, D.; OLIVEIRA, E. A. de.; VILELA, H. L. F.; FAZOLO, B.; RIBEIRO, G. M.; SILVA, T. M. da. Eficiência produtiva e características qualitativas da carne de bovinos jovens terminados em confinamento – 1. Consumo de nutrientes e desempenho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006. João Pessoa. **Anais...João Pessoa: SBZ**, 2006. 1 CD-ROM.

FERNANDO, S. C.; PURVIS, H. T.; NAJAR, F. Z.; SUKHARNIKOV, L. O.; KREHBIEL, C. R.; NAGARAJA, T. G.; ROE, B. A.; DESILVA, U. Rumen microbial population dynamics during adaptation to a high-grain diet. **Appl Environ Microbiol**, v. 76, n. 22, p. 7482-7490, 2010.

FORBES, J. M.; PROVENZA, F. D. Integration of learning and metabolic signals into a theory of dietary choice and food intake. In: CRONJE, P. B. (Ed.). **Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction**. New York: CABI Publishing, 2000. p. 3-19.

FREITAS, A.W. de P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C.; DETMANN, E.; BARBOSA, M. H. P.; RIBEIRO, M. D.; COSTA, M. G. Avaliação da divergência nutricional de genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 229-236, 2006.

FREITAS, A.W. P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C.; DETMANN, E.; BARBOSA, M. H. P.; RIBEIRO, M. D.; COSTA, M. G. Avaliação da divergência nutricional de genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 229-236, 2006.

GARNER, M. R.; FLINT, J. F.; RUSSELL, J. B. *Allisonella histaminiformans* gen. nov., sp. nov. A novel bacterium that produces histamine, utilizes histidine as its sole energy source, and could play a role in bovine and equine laminitis. **Syst Appl Microbiol**, v. 25, n. 4, p. 498-506, 2002.

GASA, J.; HOLTENIUS, K.; SUTTON, J. D.; DHANOA, M. S.; NAPPER, D. J. Rumen fill and digesta kinetics in lactating Friesian cows given two levels of concentrates with two types of grass silage ad lib. **Br J Nutr**, v. 66, n. 3, p. 381-398, 1991.

GOERING, H. K.; SOEST, P. J. V. **Forage fiber analyses: apparatus, reagents, procedures, and some applications**. Washington: USDA, 1970. 20 p. (Agriculture Handbook, 379).

GRANT, R. J.; MERTENS, D. R. Influence of buffer pH and raw corn starch addition on in vitro fiber digestion kinetics. **J Dairy Sci**, v. 75, n. 10, p. 2762-2768, 1992.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A. A. M.; OLIVEIRA, E. A. de.; FERNANDES, A. R. M.; OLIVEIRA, R. V. de.; PIVARO, T. Consumo de nutrientes e desempenho de tourinhos Canchim e Nelore terminados em confinamento e alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...Jaboticabal: SBZ**, 2007. 1 CD-ROM.

HERNANDEZ, M. R. **Avaliação de variedades de cana-de-açúcar através de estudos de desempenho e digestibilidade aparente com bovinos**. 1998. 78 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 1998.

HUHTANEN, P. Forage influences on milk composition. In: NOVA SCOTIA FORAGE CONFERENCE; Forage: Seeding to Feeding. **The Nova Scotia Forage Council**, Dartmouth, NS. p. 144-162, 1994.

HYDEN, S. A turbidimetric method for the determination of higher polyethyleneglycol in biological material. **Kgl. Lantbruks-Hogskol. Ann.** Uppsala, v. 22, p. 139-145, 1956.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

ILLIUS, A. W.; JESSOP, N. S. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. **J Anim Sci**, v. 74, n. 12, p. 3052-3062, 1996.

JAMES, L.A. Sugar cane for livestock. **World Crops**, London, v. 27, p.155, 1975.

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **J Dairy Sci**, v. 74, n. 3, p. 933-944, 1991.

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of inert rumen bulk on dry-matter intake in early and midlactation cows fed diets differing in forage content. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 2, p. 508-519, 1992.

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. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2006.

KIRK, W. G.; CROWN, R. N. Sugarcane silage, shocked sugarcane and carpetgrass as roughages for beef cattle. **Florida Agr. Exp. Sta. Bull.**, v. , n. 373, p. , 1942.

KLEINSCHMIT, D. H.; SCHMIDT, R. J.; KUNG, L. The effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 6, p. 2130-2139, 2005.

KOIKE, S.; KOBAYASHI, Y. Development and use of competitive PCR assays for the rumen cellulolytic bacteria: *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* and *Ruminococcus flavefaciens*. **Fems Microbiology Letters**, v. 204, n. 2, p. 361-366, 2001.

KUNG, L.; STANLEY, R. W. Effect of stage of maturity on the nutritive-value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, v. 54, n. 4, p. 689-696, 1982.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M.; BATISTA, L. A. R.; FIGUEIREDO, P.; SILVA, M. A.; BIDOIA, M. A. P.; ROSSETTO, R.; MARTINS, A. L. M.; GALLO, P. B.; KANTHACK, R. A. D.; CAVICHIOLI, J. C.; VASCONCELOS, A. C. M.; XAVIER, M. A. **A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal.** Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. 39 p. (Série Tecnologia APTA, boletim técnico IAC; 193).

LLAMAS-LAMAS, G.; COMBS, D. K. Effect of forage to concentrate ratio and intake level on utilization of early vegetative alfalfa silage by dairy cows. **J Dairy Sci**, v. 74, n. 2, p. 526-536, 1991.

MAHANNA, W. C. Genetic selection for forage nutritional quality. In: ONTARIO MINISTRY OF AGRICULTURE AND FOOD, 1994, Ontario. **Proceedings...** Ontario: Guelph & Brockville, 1994. "Quality Forage and Ruminants".

MENDES, C. Q.; SUSIN, I.; NUSSIO, L. G. Efeito do *Lactobacillus buchneri* na fermentação, estabilidade aeróbia e no valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 2191-2198, 2008.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **J Anim Sci**, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, 1987.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**, p. 450-493, 1994.

MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D.; ARRIGONI, M. D.; GALYEAN, M. L.; VASCONCELOS, J. T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **J Anim Sci**, v. 87, n. 10, p. 3427-3439, 2009.

NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. **J Dairy Sci**, v. 90, p. E17-38, 2007. Supplement, 1.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7<sup>th</sup> rev. ed. Washington, DC.: National Academy Press, 1996. 242 p.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7<sup>th</sup> ed. rev. ed. Washington: National Academy of Sciences, 2001. 381 p.

NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; NUSSIO, C. M. B. Ensilagem de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p.60-99

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Silagens de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: aspectos agronômicos e nutricionais. In: VISÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO LEITEIRA, 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2005. p.193-218.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004. Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2004. p. 1 - 33.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. **J Dairy Sci**, v. 82, n. 3, p. 589-596, 1999.

ORSKOV, E. R.; REID, G. W.; KAY, M. Influence of straw quality and level of concentrate in a completely mixed diet on intake and growth-rate in steers. **Animal Production**, v. 52, p. 461-464, 1991.

PEDROSO, A. F. Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silage de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). 2003. 139 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; LOURES, D. R. S.; IGARASI, M. S.; MARI, L. J.; COELHO, R. M.; RIBEIRO, J. L.; ZOPOLLATTO, M.; HORII, J. Bacterial inoculants and chemical additives to improve fermentation in sugar cane (*Saccharum officinarum*) silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13., 2002, Auchincruive 2002. **Proceedings...** Auchincruive: SAC, 2002. p. 66.

PEDROSO, A. F.; RODRIGUES, A. A.; BARIONI JR., W. Características da fermentação e perdas em silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos ou inoculantes bacteriano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ: UNESP, 2007. (CD-ROM)

PEDROSO, A. F.; RODRIGUES, A. A.; SANTOS, F. A. P. Desempenho de tourinhos alimentados com rações preparadas com silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos ou inoculante bacteriano. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5.; SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 11.; SIMPÓSIO SERGIPANO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SNPA, 2008b. (CD-ROM)

PEREIRA, E. S.; Queiroz, A.C.; Paulino, M.F.; Cecon, P.R.; Valadares Filho, S.C.; Miranda, L.F.; Arruda, A.M.V.; Fernandes, A.M.; Cabral, L.S. Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar para novilhos: consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 563-572, 2001.

PRESTON, T. R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. **Journal of Animal Science**, v. 54, n. 4, p. 877-884, 1982.

PRESTON, T. R. **Biological and chemical analytical methods**. In: PRESTON, T. R. (Ed.). **Tropical animal feeding: a manual for research workers**. Rome: FAO, 1995. p.191-264.

PRESTON, T. R.; WILLIS, M. R. **Intensive beef production**. Oxford: Pergamon Press, 1974. 567 p.

QUEIROZ, O. C. M.; NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; RIBEIRO, J. L.; SANTOS, M. C.; ZOPOLLATTO, M. Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 358-365, 2008.

QUEIROZ, O. C. M.; NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; RIBEIRO, J. L.; SANTOS, M. C.; ZOPOLLATTO, M. Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 358-365, 2008.

QUEIROZ, O. M. C. **Associação de aditivos microbianos na ensilagem e o desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de cana-de-açúcar comparada a volumosos tradicionais**. 2006. 99 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de

Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

RANJIT, N. K.; KUNG, L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 3, p. 526-535, 2000.

REID, G. W.; ORSKOV, E. R.; KAY, M. A note on the effect of variety, type of straw and ammonia treatment on digestibility and on growth rate in steers. **Anim. Prod.**, v. 47, p. 157–160, 1988.

RINNE, M.; JAAKKOLA, S.; HUHTANEN, P. Grass maturity effects on cattle fed silage-based diets .1. Organic matter digestion, rumen fermentation and nitrogen utilization. **Animal Feed Science and Technology**, v. 67, n. 1, p. 1-17, 1997.

RINNE, M.; HUHTANEN, P.; JAAKKOLA, S. Digestive processes of dairy cows fed silages harvested at four stages of grass maturity. **J Anim Sci**, v. 80, n. 7, p. 1986-1998, 2002.

RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M; BATISTA, L. A. R. Efeito da qualidade de quatro variedades de cana-de-açúcar no ganho de peso de novilhas canchim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD-ROM.

RODRIGUES, A. A.; PRIMAVERSI, O.; ESTEVES, S. N. Efeito da qualidade de variedades de cana-de-açúcar sobre seu valor como alimento para bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 12, p. 1333-1338, 1997.

RUSSELL, J. B.; DOMBROWSKI, D. B. Effect of pH on the efficiency of growth by pure cultures of rumen bacteria in continuous culture. **Appl Environ Microbiol**, v. 39, n. 3, p. 604-610, 1980.

RUSSELL, J. R.; HINO, T. Regulation of lactate production in *Streptococcus bovis*: A spiraling effect that contributes to rumen acidosis. **J Dairy Sci**, v. 68, n. 7, p. 1712-1721, 1985.

SANTOS, M. C. **Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar *in natura* e ensilada (*Saccharum officinarum* L.)**. 2007. 112 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SCHMIDT, P. Aditivos químicos e biológicos no tratamento da cana-de-açúcar para alimentação de bovinos. In: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; CANTO, M. W. (Ed.). **Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: UEM, 2008. p.117-152.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 228 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SCHMIDT, P.; MARI, L. J.; NUSSIO, L. G.; PEDROSO, A. F.; PAZIANE, S. F.; WECHSLER, F. S. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1.

Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1666, 2007.

SHI, Y.; WEIMER, P. J. Response surface analysis of the effects of pH and dilution rate on *Ruminococcus flavefaciens* FD-1 in cellulose-fed continuous culture. **Appl Environ Microbiol**, v. 58, n. 8, p. 2583-2591, 1992.

SILVA, L. F. P.; MESQUITA, B. S.; SOUSA, D. O. Impacto do teor e da qualidade da forragem sobre desempenho de bovinos em crescimento e terminação. In: SANTOS, M. V.; SILVA, L. F. P.; RENNO, F. P.; ALBUQUERQUE, R. (Org.). **Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal**. 3. ed. Pirassununga: Editora 5d, 2011. p.160-175.

TAJIMA, K.; AMINOV, R. I.; NAGAMINE, T.; MATSUI, H.; NAKAMURA, M.; BENNO, Y. Diet-dependent shifts in the bacterial population of the rumen revealed with real-time PCR. **Appl Environ Microbiol**, v. 67, n. 6, p. 2766-2774, 2001.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage techniques for digestion of forage crops. **J.Br. Grass. Soc.** v. 18, p.104-111, 1963.

TJARDES, K. E.; BUSKIRK, D. D.; ALLEN, M. S.; AMES, N. K.; BOURQUIN, L. D.; RUST, S. R. Neutral detergent fiber concentration of corn silage and rumen inert bulk influences dry matter intake and ruminal digesta kinetics of growing steers. **J Anim Sci**, v. 80, n. 3, p. 833-840, 2002.

ÚNICA. UNIÃO DA INDÚSTRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR. 2009. Disponível em: <<http://unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

VANSOEST, 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, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VIEIRA JUNIOR, P. A.; NETO, D. D.; BERNARDES, M. S.; FANCELLI, A. L.; MARTINT, M. Metodologia para estimativa da área foliar de genótipos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 2, p. 182-191, 2006.

WATTIAUX, M. Introduction to Silage-Making. Dairy Updates. Feeding No. 502. 1999. The Babcock Institute. Disponível em: <[http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/du/du\\_502.en.pdf](http://babcock.cals.wisc.edu/downloads/du/du_502.en.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2013.

WATTIAUX, M. A.; MERTENS, D. R.; SATTER, L. D. Effect of source and amount of fiber on kinetics of digestion and specific-gravity of forage particles in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 11, p. 3872-3883, 1991.

WEIMER, P. J. Effects of dilution rate and ph on the ruminal cellulolytic bacterium *fibrobacter-succinogenes* s85 in cellulose-fed continuous-culture. **Archives of Microbiology**, v. 160, n. 4, p. 288-294, 1993.

WOODFORD, J. A.; JORGENSEN, N. A.; BARRINGTON, G. P. Impact of dietary fiber and physical form on performance of lactating dairy cows. **J Dairy Sci**, v. 69, n. 4, p. 1035-1047, 1986.

YU, Z.; MORRISON, M. Improved extraction of PCR-quality community DNA from digesta and fecal samples. **Biotechniques**, v. 36, n. 5, p. 808-812, 2004.