

**AVALIAÇÃO DA
SACCHARINA ENRIQUECIDA
COM DIFERENTES FONTES DE AMIDO**

ANTONIO INÁCIO NÉTO

2003

ANTONIO INÁCIO NÉTO

**AVALIAÇÃO DA SACCHARINA
ENRIQUECIDA COM DIFERENTES FONTES DE AMIDO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal de Ruminantes, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador
Prof. Dr. Júlio César Teixeira,
Pós-Doctor em Nutrição de Ruminantes

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos
Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Inácio Néto, Antonio

Avaliação da saccharina enriquecida com diferentes fontes de amido /
Antonio Inácio Néto. -- Lavras : UFLA, 2003.
125 p. : il.

Orientador: Julio César Teixeira.
Tese (Doutorado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Saccharina. 2. Amido. 3. Perfil de Fermentação. 4. Aditivo. 5. Silagem.
6. Digestibilidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.2

ANTONIO INÁCIO NÉTO

**AVALIAÇÃO DA SACCHARINA
ENRIQUECIDA COM DIFERENTES FONTES DE AMIDO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal de Ruminantes, para obtenção do título de “Doutor”.

Aprovada em 25 de abril de 2003.

Prof. Dr. Júlio César Teixeira, Pós-Doctor - DZO/UFLA.

Dr. Fermino Deresz, Ph.D. - Pesquisador da EMBRAPA/CNPGL.

Prof. Juan Ramón Olalquiaga Pérez, Ph.D. - DZO/UFLA.

Prof. Joel Augusto Muniz, D.Sc. - DEX/UFLA.

Prof. Antonio Ricardo Evangelista, D.Sc. - DZO/UFLA.

**Prof. Júlio César Teixeira, Pós-Doctor.
UFLA
(Orientador)**

**LAVRAS - MINAS GERAIS
BRASIL**

Aos que defendem igualdade social e existência das pequenas propriedades rurais neste planeta.

*Ao colégio agrícola “João Coimbra”, às minhas primeiras professoras
Maria das Dôres Guerra e Maria Aline da Costa Gomes,*

OFEREÇO.

Bernardino Inácio da Silva,

Hilton Francisco de Moura,

José Francisco de Moura,

Livino Moura (in memoriam),

SAUDADES.

*Às minhas filhas, Ana Valéria e Maria Luísa por me proporcionarem
momentos de alegria e me fazerem sentir criança entre elas.*

*À minha esposa Delma, companheira em todos os momentos e
à Maria Jacintha, pela simplicidade e confiança.*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Júlio César Teixeira, pela orientação, amizade, confiança e apoio, permitindo uma excelente convivência que em muito contribuiu para a realização desse trabalho.

À Universidade Federal de Lavras, por meio do Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

À CAPES/PICDT, em nome do prof. Dr. Luiz Valcov Loureiro (Diretor de programa da CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC) e ao prof. Manoel Mendes de Oliveira, pela amizade e apoio concedido.

Ao ex-Diretor Geral da Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes, MG, Prof. Gabriel Vilas Boas, pelo incentivo, apoio e bom relacionamento.

Ao Ministro Interino da Educação Dr. Luciano Oliva, pelo incentivo e apoio à minha liberação para cursar o Doutorado.

A Delma Maria Torres, esposa e companheira em todos os momentos.

A Cristina Ercília de Araújo, pelo apoio durante minha ausência da Escola Agrotécnica Federal de Crato, CE.

Aos Professores Juan Ramon Olalquiaga Perez, Antonio Ricardo Evangelista, Joel Augusto Muniz e ao Pesquisador Fermino Deresz, pela participação na banca examinadora e valiosas contribuições.

Ao Dr. Arabel Elias Iglesias, investigador do Instituto de Ciência Animal em La Habana - Cuba, pelas valiosas sugestões, co-orientação e amizade.

A professora Rosane Freitas Schwan, pela valiosa contribuição no Laboratório de biologia.

Aos amigos do curso de Mestrado e Doutorado Cristiane, Ívina, Luciana, Cláudia, Euclides, Rodrigo e Edgar, em especial aos de maior convivência, os companheiros Victor Cruz Rodrigues, Flávio Garcia Vilela e Sidney Tavares Reis.

Aos professores e funcionários do Departamento de Zootecnia, pelas contribuições e amizade.

Aos amigos do Laboratório e toda equipe de José Geraldo.

Ao amigo Clenderson Corradi Gonçalves, pela boa convivência e concessão dos animais para a realização do experimento.

Aos amigos Carlos Roberto Magalhães de Moraes da Agropecuária Olival Tenório Ltda, Romero Rego Cavalcante da Pecplan-ABS, Francisco Hermano Cavalcante da Alta-VR, Olímpio e Antonio Gracivaldo dos Santos da Supranor Produtos Rurais, pela oportunidade, confiança e contribuição profissional fundamentais para minha formação e chegada até aqui.

Aos amigos Dr. Bino, Ramon, Henrique, Caubi, Júlio César Luneta, Walfredo, Oiti e Afrânio, pela amizade saudável em todos os momentos.

Aos amigos Rodrigo Carrara e Gelmo Chiare da Belgo Mineira.

Em nome de Jucélio, meus agradecimentos aos demais pós-graduandos que foram contemporâneos durante esta trajetória.

A Vânia Natal, pela valiosa colaboração na organização das referências.

Aos amigos Valter e Danielle, pela amizade e apoio nos trabalhos realizados na EPAMIG.

A todos que, de alguma forma, contribuíram nesta escalada.

Enfim, a Deus, a quem não me canso de agradecer.

MUITO OBRIGADO !

BIOGRAFIA

ANTONIO INÁCIO NÉTO nasceu em Pernambuco, filho de Bernardino Inácio da Silva e de Severina Ramos de Moura Silva.

Concluiu o curso técnico em Agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Barreiros, Pernambuco, em 1980 e graduou-se em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, em dezembro de 1986.

Licenciou-se em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco em outubro de 1992.

Foi professor da Escola Agrotécnica Federal de Petrolina, PE no período de 1990 a 1992.

Em 1994, aprovado em concurso público, assumiu o cargo de professor na Escola Agrotécnica Federal de Crato - CE, lecionando Zootecnia III até o presente momento.

Iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras - MG em agosto de 1997, concluindo em abril de 1999.

Em maio de 1999 iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, MG, concluindo em 25 abril de 2003.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	I
RESUMO.....	II
ABSTRACT	IV
CAPÍTULO I.....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL	2
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Cana-de-açúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.).....	4
2.2 Saccharina: dinâmica de fermentação.....	8
2.3 Saccharina na alimentação de ruminantes	11
2.4 Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.) “ensilagem”	13
2.5 Amido.....	16
2.6 Propriedades químicas e físicas do amido	17
2.7 Grânulos de amido	18
2.8 Atividade microbiana do amido	19
2.9 Milho (<i>Zea mays</i> L.).....	20
2.10 Raspa de mandioca integral (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	21
2.11 Mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	22
2.12 Batata doce (<i>Ipomea batata</i> L.).....	23
2.13 Milheto (<i>Pennisetum americanum</i> L.).....	24
2.14 Sorgo (<i>Sorghum vulgares</i> , Pers.).....	25
2.15 Uso de óxido crômico na determinação da digestibilidade.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
CAPÍTULO II - AVALIAÇÃO DA SACCHARINA COM DIFERENTES FONTES DE AMIDO ADITIVANDO SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE	41
RESUMO.....	42
ABSTRACT	43
1 INTRODUÇÃO.....	44
3 MATERIAL E MÉTODOS	46
3.1 Localização	46
3.2 Produção da saccharina	46
3.3 Produção da silagem.....	47
3.4 Tratamentos.....	48

3.5 Delineamento experimental.....	50
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4.1 Composição bromatológica da silagem aditivada com saccharina contendo diversas fontes de amido	51
5 CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
CAPÍTULO III - AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DE FERMENTAÇÃO DURANTE A PRODUÇÃO DA SACCHARINA COM DIFERENTES FONTES DE AMIDO	60
RESUMO.....	61
ABSTRACT	62
1 INTRODUÇÃO.....	63
3 MATERIAL E MÉTODOS	67
3.1 Localização	67
3.2 Produção da saccharina	67
3.3 Tratamentos.....	69
3.4 Delineamento experimental.....	69
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
4.1 Avaliação do pH durante a produção da saccharina com diferentes fontes de amido.....	71
4.2 Matéria seca em função do tempo de fermentação	73
4.3 Proteína bruta em função do tempo de fermentação.....	75
4.4 Fibra em detergente neutro.....	76
4.5 Percentual da fibra em detergente ácido em função do tempo de fermentação	77
4.6 Teor do amido em função do tempo de fermentação.....	78
5 CONCLUSÕES.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
CAPÍTULO IV - AVALIAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE EM NOVILHOS MESTIÇOS COM DIETA TOTAL DE SACCHARINA CONTENDO DIFERENTES FONTES DE AMIDO	84
RESUMO.....	85
ABSTRACT	87

1 INTRODUÇÃO.....	87
4 MATERIAL E MÉTODOS	90
4.1 Localização, animais e instalações	90
4.2 Produção da saccharina	91
4.3 Tratamentos.....	92
4.4 Delineamento experimental.....	93
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	95
5.1 Composição química	95
Composição química da saccharina e saccharina suplementada com diferentes fontes de amido no tempo	95
5.2 Avaliação do consumo e digestibilidade	96
5.3 Avaliação da excreção do cromo	101
6 CONCLUSÕES.....	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
ANEXOS.....	108

LISTA DE ABREVIATURAS

MS	Matéria seca
PB	Proteína bruta
FDN	Fibra em detergente neutro
FDA	Fibra em detergente ácido
MM	Material mineral
EE	Extrato etéreo
CDMS	Coefficiente de digestibilidade da matéria seca
CDPB	Coefficiente de digestibilidade da proteína bruta
CDFDN	Coefficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro
CDFDA	Coefficiente de digestibilidade da fibra em detergente ácido
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatístico
G	Grama
BD	Batata doce
Mand.	Mandioca
M	Milho
AGV	Ácido graxos voláteis
NDT	Nutrientes digestíveis totais
Ca	Cálcio
P	Fósforo
SCN	Silagem de capim napier
S	Sorgo
Sacch	Saccharina
FB	Fibra bruta
RM	Raspa de mandioca

RESUMO

INÁCIO NÉTO, Antonio. **Avaliação da saccharina enriquecida com diferentes fontes de amido**. 2003. 125p. Cap.1 - 4. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Os experimentos foram realizados no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, MG, com os objetivos de avaliar o processo de produção da saccharina enriquecida com diferentes fontes de amido, aditivando silagem de capim-elefante, dinâmica de fermentação e a sua digestibilidade em dietas usando novilhos mestiços. O experimento 1 teve o objetivo de avaliar o perfil de fermentação e o valor nutricional da silagem de capim-elefante aditivada com saccharina contendo diferentes fontes de amido. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 3 repetições, totalizando 18 silos de laboratório distribuídos nos seguintes tratamentos: SMI - silagem + 20% de saccharina com 1,5% de uréia; 0,2% sulfato de amônia e 0,5% de sal mineralizado contendo mandioca integral; SBD - silagem + 20% de saccharina com 1,5% de uréia; 0,2% sulfato de amônia e 0,5% de sal mineralizado contendo batata-doce; SML - silagem + 20% de saccharina com 1,5% de uréia; 0,2% sulfato de amônia e 0,5% de sal mineralizado contendo milho; SSO - silagem + 20% de saccharina com 1,5% de uréia; 0,2% sulfato de amônia e 0,5% de sal mineralizado contendo sorgo; SRM - silagem + 20% de saccharina com 1,5% de uréia, 0,2% sulfato de amônia e 0,5% de sal mineralizado contendo raspa de mandioca e SCN - silagem 100% capim-elefante. O experimento 2 foi realizado com o objetivo de avaliar a dinâmica de fermentação durante o processo de produção da saccharina aditivada com diferentes fontes de amido. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, distribuído nos seguintes tratamentos: SCA - saccharina sem aditivo, SML - 71,5% de saccharina com 28,5% de milho; SSO - 68,2% de saccharina com 31,8% de sorgo e SMT - 68,5% de saccharina com 31,5% de milheto, sendo assim constituídos com o propósito de que o produto final apresentasse o mesmo teor de amido de uma silagem de milho. O experimento 3 teve como objetivo avaliar o consumo de matéria seca, coeficiente de digestibilidade e a excreção de Cr_2O_3 , utilizando um delineamento experimental em dois quadrados latinos 4 x 4 (4 animais e 4 períodos), distribuídos nos seguintes tratamentos: SCA - saccharina sem aditivo; SML - 71,5% de saccharina com 28,5% de milho; SSO - 68,2% de saccharina com

¹ Comitê de Orientação: Júlio César Teixeira - UFLA (Orientador), Fermi Deresz - Embrapa/CNPGL, Juan Ramon Olalquiaga Perez - UFLA, Antonio Ricardo Evangelista - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA.

31,8% de sorgo e SMT - 68,5% de saccharina com 31,5% de milho. A significância estatística foi avaliada pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), pelo software estatístico SAS. Para o 1º experimento concluiu-se que, considerando a influência do aditivo durante o processo de ensilagem do capim-elefante, aditivada com 69,6% de saccharina e 30,4% de mandioca integral, este tipo de saccharina revelou-se constituída dos melhores teores de PH, MS, PB, FDN, FDA, CPT e $N-NH_3$ (% N total) em sua composição bromatológica quando comparada com as outras saccharinas. Para o 2º experimento concluiu-se que, ao se adicionar fontes de amido à saccharina durante o processo de sua produção, será necessário um maior tempo de fermentação e, assim, melhor definir os indicativos bromatológicos. É importante à utilização de uma fonte de amido durante a produção da saccharina, pois este processo promove a diluição da fibra e melhora o teor de proteína bruta. Para o 3º experimento concluiu-se que, ao se adicionar diferentes fontes de amido durante a produção da saccharina, ocorre maior incremento na ingestão das dietas. Observando-se os resultados dos coeficientes de digestibilidade, concluiu-se que, independente da fonte de amido utilizada, estes coeficientes apresentaram o mesmo comportamento. Com relação à excreção do óxido crômico, concluiu-se que a maior excreção observada foi para a saccharina não aditivada, possivelmente em função da mistura incompleta com a digesta ruminal e da passagem rápida pelo rúmen em função do material fibroso.

ABSTRACT

INACIO NÉTO, Antonio. **Evaluation of Saccharina enriched with different sources of starch.** 2003. 125p. Cap.1 - 4. Thesis (Doctorate in Animal Science) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

The experiments were accomplished in the Animal Science Department of the Universidade Federal de Lavras, MG, the objectives of which were to evaluate the saccharina production process with different sources of starch by additivating elephant grass silage, fermentation dynamics and its digestibility in diets using crossbred steers. Experiment 1 was designed to evaluate the fermentation profile and the nutritional value of elephant grass silage additivated with saccharine containing different sources of starch. The experimental design utilized was the completely randomized, with 6 treatments and three replicates amounting to 18 laboratory silos, allocated to the following treatments, SMI, + 20% Saccharina + cassava + silage, SBD + 20% Saccharina + sweet potato + silage, SML + 20% Saccharina + corn + silage, SSO + 20% Saccharina + sorghum + silage, SRM + 20% Saccharina + cassava scratch + silage, SCN - elephant grass silage, which were utilized and the chemical composition of the final product was evaluated. Experiment 2 was performed with the objective of evaluating the fermentation dynamics during the production process of saccharina additivated with different sources of starch. The utilized design was the completely randomized, allocated to the following treatments: SCA - Saccharina without an additive, SMI - 71.5% of Saccharina with 28.5% of corn, SSO- 68.2% of Saccharina with 31.8% of sorghum and SMT - 68.5% of Saccharina with 31.5% of millet, aiming that the final product presented the same starch content as a corn silage. In experiment 3, the following treatments were utilized: SCA - Saccharina without an additive, SMI - 71.5% of Saccharina with 28.5% of corn, SSO- 68.2% of Saccharina with 31.8% of sorghum and SMT - 68.5% of Saccharina with 31.5% of millet, their being made up this way with the purpose that the final product showed the same content of starch as a corn silage. Experiment 3 was intended to evaluate the intake of dry matter, digestibility coefficient and excretion of chromium oxide utilizing an experimental design in two 4 x 4 Latin squares (four animals and four periods) allocated to the following treatments: SMI, + 20% Saccharine + cassava + silage, SBD + 20% Saccharina + sweet potato + silage, SML + 20% Saccharina + corn + silage, SSO + 20% Saccharina + sorghum + silage, SRM +

¹ Guidance Committee: Julio Cesar Teixeira - UFLA (Adviser), Fermino Deresz - EMBRAPA/CNPGL, Juan Ramon Olalquiaga Perez - UFLA, Antonio Ricardo Evangelista - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA.

20% Saccharina + cassava scratch + silage, SCN elephant grass silage . The statistical significance was evaluated by Tukey's test ($P < 0.05$) by the SAS statistical software. For the first experiment, it was concluded that taking into account the influence of the additive during the ensiling process of elephant grass additivated with 69.65 of saccharina and 30.4% of whole cassava, this sort of saccharina proved to be made up of the best contents of pH, dry matter, crude protein, NDF, ADF, BC and N-NH₃ and (% of total N) in its chemical composition as compared with the other saccharinas. For the second experiment, it follows that, on adding sources of starch to saccharina during the process of its production, a longer fermentation time will be necessary and thus, to best define the chemical indicatives. The use of a source of starch is important during saccharina production, since this process promotes dilution of fiber and improves crude fiber content. For the third experiment, it follows that on adding different sources of starch during saccharina production takes place a greater increase in the intake of the diets observing the results of digestibility coefficient, it is concluded that regardless of the starch source utilized, these coefficients presented the same behavior as regards chromium oxide excretion, it is found that the largest excretion observed was for the non-additivated saccharina probably as related with the incomplete mixture with the ruminal digesta and of the fast passage through the rumen as related with the fibrous material.

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil, devido à sua vasta extensão territorial, associada ao clima tropical existente em quase todo território nacional, destaca-se no contexto mundial como uma das grandes potências para produção de carne bovina. O país ocupa a segunda posição no ranking mundial de rebanhos bovinos, com aproximadamente 166 milhões de cabeças, das quais 19 milhões estão na pecuária mineira, representando alto valor potencial financeiro com a produção de carne de 7,322 milhões toneladas (ANUALPEC, 2002). Esta produção bovina está fundamentada, principalmente, na utilização das pastagens.

Essa característica de clima tropical permite, ainda, o desenvolvimento de grande diversidade de plantas forrageiras de elevado potencial produtivo.

Apesar da grande produtividade das plantas forrageiras tropicais, estas apresentam produção concentrada nos meses quentes e chuvosos, ou seja, de outubro a março, em quase todo território brasileiro, onde observam-se 75% a 85% da produção anual, o que caracteriza estacionalidade de produção das forragens. Esta característica das plantas forrageiras exige a adoção de técnicas que visem solucionar, ou amenizar, os danos causados aos animais devido à falta de alimento durante a época seca do ano. A suplementação neste período, com dietas à base de silagem de capim-elefante e cana-de-açúcar é frequentemente utilizada, não exclusivamente no sul do estado de Minas, mas em todo o Brasil.

O sul do estado de Minas Gerais é formado de rebanhos especializados ou mistos, havendo também o aproveitamento do macho para produzir carne.

Nos países do terceiro mundo, a escassez de fontes protéicas para alimentação animal é fator limitante e de grande importância. Os processos fermentativos permitem melhorar a composição química de alguns produtos agrícolas para se obter novas opções de alimentação. Bons resultados têm sido

alcançados com o aproveitamento de derivados da agroindústria e o uso de cana-de-açúcar tem sido difundido na alimentação de ruminantes no Brasil, visando o seu melhor aproveitamento. Pesquisadores cubanos investigaram o uso da cana-de-açúcar integral sem palhas e sem pontas submetida a um processo de fermentação aeróbica, adicionando minerais e uréia, obtendo assim, um alimento energético e protéico denominado saccharina.

A saccharina tem sido objeto de vários estudos. Na Universidade Federal de Lavras, foram conduzidos trabalhos mostrando a viabilidade de sua utilização na alimentação animal, tendo sido detectadas algumas limitações durante o seu fornecimento. Demonstra-se, assim, a necessidade de se aprofundar as investigações, a fim de permitir recomendações mais seguras quanto ao seu emprego, principalmente quando se quer indicar o seu uso com silagens.

Diante do exposto, o trabalho teve por objetivo avaliar o processo de produção da saccharina enriquecida com diferentes fontes de amido, aditivando silagem de capim-elefante, dinâmica de fermentação e a sua digestibilidade em dietas usando novilhos mestiços.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), foi provavelmente, uma das primeiras gramíneas tropicais utilizadas como recurso forrageiro na alimentação suplementar dos bovinos durante a época seca do ano no Brasil. Pelas suas características produtivas, adquiriu expressiva importância na alimentação animal onde nenhuma outra cultura tem sido capaz de competir em se tratando de energia por unidade de área cultivada. Sua produção alcança índices de 10 a 20 toneladas de NDT (nutrientes digestíveis totais) por hectare e cerca de 30 toneladas de MS/ha/ano, tornando-se uma fonte forrageira barata quando comparada às forragens conservadas e às capineiras (Faria, 1993).

A cana-de-açúcar nas regiões tropicais está a cada dia mais difundida entre os produtores em função de algumas características, como grande produção por unidade de área, baixo custo por unidade de matéria seca produzida, cultivo relativamente fácil e suas características produtivas e culturais, destacando-se, principalmente, como alternativa para suplementar o déficit de forragem durante a época seca do ano.

Os fatos de o valor nutritivo da cana-de-açúcar ser maior à medida que alcança a maturidade e esse, normalmente, coincidir com a estação seca do ano, justificam a sua utilização na alimentação dos ruminantes durante esta época. Entre outros fatores, esse é o de maior destaque entre as gramíneas tropicais (Preston, 1984).

A planta madura integral caracteriza-se por ser um alimento de baixo teor de proteína bruta (2,0% - 3,0%), alto teor de fibra bruta (26,0%), alto teor de energia e boa digestibilidade (Conrad et al., 1990).

A utilização de cana-de-açúcar integral como recurso forrageiro para alimentação de bovinos é um processo muito antigo. O mais comum nas fazendas é fornecê-la picada no cocho. O colmo também é utilizado de maneira picada, porém, quando comparado à forma da cana-de-açúcar integral, apresenta maior digestibilidade e menor consumo voluntário (Peixoto, 1986).

Segundo Rodrigues & Barbosa (1998), o consumo de nutrientes pelos ruminantes é o fator principal que limita a produtividade. A maximização do consumo é um componente chave no desenvolvimento de rações e estratégias de alimentação de ruminantes que irá otimizar a rentabilidade da produção animal.

Quanto maior o teor de fibra bruta da cana-de-açúcar, menor a sua degradabilidade e menor o consumo de volumoso, ou seja, a baixa taxa de degradação da fibra bruta é que limita o consumo (Rodrigues, 2001) tornando-se fator determinante da produtividade animal. Isto ocorre em função da repleção ruminal, que restringe a gliconeogênese pelo deficiente suprimento de ácido propiônico para síntese de glicose e o fornecimento de aminoácidos importantes na síntese de proteínas microbianas (Leng & Preston, 1976). Entretanto, em se tratando de ruminantes, a fibra apresenta sua importância em termos de efeitos benéficos como manutenção da função ruminal e crescimento dos microrganismos no rúmen, que digerem os carboidratos e os convertem em ácidos graxos voláteis, sendo o ácido propiônico a fonte de energia para o animal (Rodrigues & Barbosa, 1998).

Preston (1982) e Leng (1988) relataram como principais limitações nutricionais da cana-de-açúcar o teor de fibra de baixa digestibilidade associado ao alto teor de açúcares solúveis, o baixo teor de proteína e alguns minerais como o fósforo, cobalto e, ainda, a ausência de amido.

A taxa de digestão da fibra bruta da cana-de-açúcar é muito baixa e o acúmulo de fibra bruta não digerível no rúmen limita o consumo voluntário

devido ao enchimento desse compartimento (Orskov & Deb Hovell, 1978; Pereira 1996). Entretanto, a suplementação de dietas à base de cana-de-açúcar com minerais, compostos nitrogenados degradados no rúmen, proteína não-degradada e precursores gliconeogênicos, tem possibilitado a obtenção de desempenho animal satisfatório.

Segundo Pate (1977), a manutenção do valor nutritivo por um longo período deve-se ao incremento na concentração de sacarose simultaneamente à redução na concentração dos componentes da parede celular de baixa digestibilidade, decorrente da maturidade da planta. Assim, variações na concentração de sacarose estão relacionadas diretamente com o valor nutritivo da cana-de-açúcar.

Resultados de pesquisas divulgados por Boin (1985) permitem observar correlação alta e positiva entre a digestibilidade da matéria seca e o teor de extrativo não-nitrogenado, podendo-se inferir que as variedades com alta concentração de sacarose apresentam maiores valores de digestibilidade. Por outro lado, Matsuoka (1987) constatou que variedades ricas em sacarose implicariam em forrageira de melhor qualidade. Os mesmos autores concluíram que grande parte das variedades tem como época indicada para o seu uso a época seca do ano. Preston & Leng (1982) descrevem que o efeito das fontes de fibra longa em dietas à base de cana-de-açúcar estaria relacionado com o aumento do volume ruminal e a taxa de fluxo da matéria seca, o que resultaria em maior ingestão de forragem. As fibras longas estimulariam os movimentos ruminais, aumentando a taxa de digestão e proporcionando ambiente ruminal adequado aos microrganismos, os quais aumentariam a disponibilidade de nutrientes para o hospedeiro.

Com o objetivo de avaliar o valor forrageiro de variedades industriais de cana-de-açúcar, foi realizado um experimento na Estação Provincial de

Investigações da Cana-de-Açúcar de Havana, onde foi sugerida a realização de estudos das relações entre o consumo e a digestibilidade de diferentes variedades de cana-de-açúcar para maior precisão do seu valor forrageiro (Molina, 1999).

A cana-de-açúcar é uma espécie forrageira que apresenta aumento nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, à medida que avança o estágio de maturação (crescimento da planta), apesar da redução no teor de nitrogênio. Todavia, com o avanço do estágio de crescimento da planta, aumenta sua maturação (conseqüentemente, aumenta também o teor de sacarose) embora ocorra um decréscimo no teor de nitrogênio e da digestibilidade da fibra e um aumento no teor de matéria seca e do conteúdo celular da planta. Geralmente, a cana-de-açúcar, com estágio de maturação adequado, apresenta digestibilidade da matéria orgânica superior a 60%, ao passo que as plantas mais novas estão em torno de 55%. A cana-de-açúcar com estágio de maturidade adequado (estádio de crescimento superior a 18 meses) apresenta teores elevados de conteúdo celular e de extrativos não nitrogenados devido ao aumento na concentração de sacarose. Portanto, o valor nutritivo da cana-de-açúcar está diretamente relacionado com a maturação e, conseqüentemente, com a concentração de sacarose (Oliveira, 1999).

Allen (1996) relatou que as características do alimento são altamente influenciadas pelas interações entre dieta animal e microrganismos ruminais, afetando, assim, o tempo de permanência no rúmen e a atividade microbiana.

Segundo Abrahão (1991), o valor nutritivo de uma planta forrageira deve ser considerado não como um fator isolado, mas como um complexo formado por fatores que interferem na ingestão e utilização da forragem pelos ruminantes.

Segundo Berazain (1988), a cana-de-açúcar apresenta como principais deficiências: nitrogênio na forma disponível para microrganismos no rúmen, aminoácidos no intestino delgado, precursores glicogênicos, fósforo e sódio. Por

essa razão, seu uso na alimentação animal deve ser associado a uma suplementação que favoreça esses nutrientes, quando deseja-se obter um bom rendimento com dietas à base de cana-de-açúcar. Além desses fatores, tem-se evidenciado alto conteúdo de carboidratos solúveis nas dietas dos animais, provocando redução na síntese de celulases no rúmen, o que limita a utilização de cana-de-açúcar como fonte básica energética para ruminantes (Elias et al.,1990).

Uma alternativa para melhorar o aproveitamento da cana-de-açúcar foi a desidratação da cana-de-açúcar integral, ao sol, e sua transformação em farelo de cana (Solicaña), desenvolvida por Muñoz et al. (1989).

Diante das limitações e no sentido de melhor viabilizar a utilização da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) na alimentação dos ruminantes, não apenas de maneira picada, mas como tecnologia alternativa na alimentação dos animais domésticos, com ênfase principalmente aos ruminantes, surgiu a saccharina, alimento energético e protéico obtido através da cana-de-açúcar sem palha e sem ponta enriquecida de uréia e minerais, tecnologia idealizada e descrita por Elias et al. (1990).

2.2 Saccharina: dinâmica de fermentação

A saccharina é um alimento com tecnologia desenvolvida inicialmente em Cuba, sendo obtida a partir da autofermentação da cana-de-açúcar em estado sólido, enriquecida com uma fonte de nitrogênio não protéico, enxofre e sal mineralizado. Segundo Elias et al. (1990), neste processo, deve-se considerar a composição da cana-de-açúcar, que apresenta altos teores de carboidratos solúveis e conteúdo celular, estando estes relacionados com a alta digestibilidade da matéria orgânica. A cana-de-açúcar apresenta ainda um baixo teor de proteína bruta, o que possibilita a utilização de uma fonte de nitrogênio não protéico

(uréia), com o objetivo de favorecer a síntese de proteína microbiana. Entretanto, Elias et al. (1990) observaram que um alto teor de carboidratos solúveis na dieta dos animais inibe a celulase no rúmen, limitando, assim, o uso da cana-de-açúcar como fonte de energia para ruminantes.

O tempo decorrido entre o corte e o transporte da cana-de-açúcar provoca importantes mudanças morfo-fisiológicas que favorecem o crescimento microbiano, por meio do aumento da velocidade de crescimento e do tamanho das células (Elias et al., 1990). Valiño et. al. (1992), ao avaliarem a dinâmica de crescimento da microbiota da cana-de-açúcar durante a produção de saccharina, coletando amostras de duas em duas horas, em um período de 24 horas, verificaram incremento da densidade ótica com o tempo de fermentação e contagem máxima de leveduras e bactérias viáveis, às 12 e 24 horas pós-corte, respectivamente.

Dentre as espécies de bactérias identificadas na saccharina, as ureolíticas, como a *Acinetobacter calcoaceticus*, *Klesbsiella pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis* e a *Proteus vulgaris*, exercem papel fundamental na hidrólise da uréia à amônia, que é importante para a síntese celular de algumas dessas espécies (Elias et al., 1990; Lezcano & Elias, 1992). Dentre as leveduras identificadas, Elias et al. (1990) evidenciaram a *Cândida maltosa* e *Cândida guillermoidi* como de maior frequência durante a fermentação. Pesquisas desenvolvidas por Lezcano & Elias (1992), objetivando avaliar o efeito de três temperaturas e dois níveis de adição de uréia (30°, 33° e 37°C, 1,0% e 1,5%, respectivamente), verificaram melhores resultados nos teores de proteína verdadeira (5,6%) quando utilizaram 1,5% de uréia e temperaturas de 30 e 33°C. A relação proteína verdadeira/proteína bruta foi de 39%, sendo esse percentual inferior aos 80% relatados por Elias et al. (1990).

Segundo estes autores, a saccharina apresenta a seguinte composição bromatológica: matéria seca 87,1% a 89,5%; proteína bruta 11,1% a 16,0%; proteína verdadeira (TCA) 8,9% a 13,8%; o nitrogênio precipitável em ácido tricloacético, o qual corresponde ao presente na forma de proteína verdadeira. Lezcano & Elias (1997) avaliaram a fermentação na produção da saccharina rústica partindo da cana-de-açúcar cortada nos tempos de 24, 36 e 48 horas pós-colheita. Concluíram que 24 horas de fermentação adicionando-se 1,5% de uréia com camada de 10 cm de altura e pH entre 4,4 e 4,6 e incidência de temperatura entre 35° e 36°C são suficientes para síntese de proteína. Elias & Lezcano et al. (1994), com o objetivo de melhorar a qualidade da fibra da saccharina, avaliaram a inclusão de 30% de milho durante o processo de fermentação da cana-de-açúcar na base da matéria natural e observaram melhora na composição química do produto final.

Rodriguez & Riveri (1998) estudaram a adição de batata doce como fonte de amido durante o processo de fermentação da cana-de-açúcar objetivando melhorar a qualidade do produto final. Estes autores concluíram que a adição da batata doce provocou forte atividade ureolítica durante a fermentação e que a inclusão dessa fonte de amido provocou uma diluição significativa dos componentes fibrosos (FDN, FDA, celulose e hemicelulose), principalmente nas primeiras 24 horas.

Resultados foram obtidos em pesquisas anteriores, com adição de fontes de amido na melhora do produto final e maior síntese protéica observada nas primeiras 24 horas de fermentação. Rodriguez et al. (2001) estudaram as variações químicas e fermentativas da mistura da cana-de-açúcar com batata-doce nos seguintes tempos de fermentação: (0, 24, 48, 96, 168 e 336 horas). Estes autores observaram que a dinâmica da fermentação avaliada pelos valores de pH aumentaram à medida que transcorreu o tempo até 72 h, mantendo-se até

às 96 h. Posteriormente, diminuiu ($P < 0,001$). O nível de NH_3 mostrou um comportamento semelhante.

Os conteúdos totais de leveduras aumentaram significativamente com o tempo até 96h e, posteriormente, diminuíram. Também foi observada redução da matéria seca durante as primeiras 24 horas e manteve-se sem variações até 72 h.

O teor de proteína bruta teve comportamento inverso da matéria seca até 96 h, quando ocorreu diminuição brusca e o teor de FDN aumentou após 96 h. Os mesmos autores observaram relação entre o pH, NH_3 e AGV segundo a regressão obtida por Elias et al. (1990) e Rodriguez & Riveri (1998), que estão em função das altas concentrações de NH_3 .

A atividade microbiana pode ser a responsável pelo incremento da concentração NH_3 pela forte atividade ureolítica e baixos níveis de AGV.

2.3 Saccharina na alimentação de ruminantes

Identificar e preconizar níveis ideais de substituição do concentrado pela saccharina tem sido o objetivo de várias investigações científicas em Cuba e no Brasil. Zarragoitia et al. (1990 & 1992), trabalhando com novilhas da raça holandesa em pastejo de capim-bermuda, associado à leucena durante a época seca do ano e suplementadas com 2,0kg de concentrado com 60% ou 80% de saccharina, revelaram ganho diário de 500 e 600 gramas/animal, respectivamente, para os níveis de inclusão de saccharina.

Marrero et al.(1992), trabalhando com substituição de cereais, utilizando níveis de 33%, 67% e 100% da saccharina no concentrado, observaram a possibilidade de substituição de 33% dos cereais por saccharina na formulação de concentrados para bezerros em recria, já que alcançaram ganho de peso vivo superiores 0,600kg/animal/dia, com uma conversão alimentar similar à do

concentrado sem saccharina. No entanto, Garcia & Elias (1990) e Ruiz et al. (1990), trabalhando com cordeiros, observaram que é possível incluir níveis de saccharina em até 70% na dieta.

Delgado et al. (1992), avaliando o efeito de níveis de saccharina (0%; 50%; 70% e 90%) em concentrados sobre o fluxo da digesta no rúmen de vacas leiteiras, relataram que a inclusão de até 90% de saccharina no concentrado não afetou o fluxo da digesta no rúmen. Estes autores obtiveram consumos diários de matéria seca de 10,9; 11,5; 10,0 e 10,8kg respectivamente.

Dermachi et al. (1992), trabalhando com vacas da raça holandesa e pardo suíça, alimentadas com dietas isonitrogenadas em uma relação volumoso: concentrado de 41:59 utilizando três níveis de substituição do concentrado pela saccharina (0%; 17,3% e 34,6%), não verificaram efeitos significativos ($P < 0,05$) nos tratamentos sobre a produção de leite, sendo registrado um total de 18,3; 18,4 e 17,6 kg/vaca/dia.

Reis (1996), trabalhando com níveis de saccharina associada à silagem de capim elefante (10%; 20%; 30% e 40%), independente dos níveis utilizados, observou ganho de peso de 0,246; 0,212; 0,245 e 0,204kg/dia em bezerros holandês-zebu.

Almeida (1997), avaliando quatro níveis de saccharina (0%; 20%; 40% e 60%), em dietas de vacas lactantes, observou decréscimo ($P < 0,05$) de 0,03kg na produção de leite, para cada 1% de saccharina no concentrado. Houve aumento linear ($P < 0,05$) no teor de gordura do leite com o incremento de saccharina na dieta, concluindo-se que a inclusão da saccharina em rações concentradas estaria na dependência dos custos dos alimentos concentrados disponíveis na região.

Oliveira (1998) avaliou o desempenho de novilhos mestiços em confinamento, alimentados à base de saccharina composta de 1,5% de uréia,

0,2% de sulfato de amônia e 0,5% de sal mineralizado, associada à silagem de capim-elefante e fubá de milho. Este autor concluiu que a suplementação energética na saccharina melhorou o desempenho dos animais e reduziu os custos por cada quilo de ganho de peso vivo médio diário.

Inácio Néto (1999) avaliou silagem mista (capim-elefante e sorgo) suplementada com saccharina e fubá de milho no desempenho de novilhos mestiços. Os resultados deste experimento mostraram que a influência da mistura saccharina e fubá de milho sobre o consumo da MS, PB, CA, GP e relação receita/despesa com alimentação, recomenda-se substituir o volumoso (silagem de capim + sorgo) pela saccharina até 1,82kg.

2.4 Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) “ensilagem”

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Cameroon) é uma forrageira bastante difundida entre pecuaristas para utilização na alimentação de bovinos. É uma gramínea perene, de alto potencial de produção de forragem, adaptada às condições climáticas predominantes em quase todo o país. Entretanto, Deresz (2001) afirma que, em determinadas regiões, aproximadamente 70% - 80% de sua produção ocorrem ou concentram-se na época das chuvas. Porém, esta estacionalidade de produção de forragem não se limita apenas ao capim-elefante e sim a todas as forrageiras tropicais, sendo atribuída às baixas precipitações, pouca luminosidade e baixas temperaturas que ocorrem no período de inverno. Dentre as diversas utilizações do capim-elefante, a produção de silagem vem despertando grande interesse entre produtores e pesquisadores.

Em algumas partes do mundo, a produção de silagens contribui com 10% a 25% dos alimentos destinados para ruminantes, representado 2% do suprimento de alimentos suplementares, como média global. As limitações

climáticas para produção de feno, em muitas regiões, vêm determinando um maior interesse pela ensilagem (Nussio et al., 2002). Os mesmos autores afirmam que o objetivo da produção de silagem é a suplementação da pastagem no período de inverno ou durante a época seca do ano em regiões de semi-árido.

Uma forrageira deve apresentar as seguintes características para o processo de ensilagem: elevada produtividade, bom valor nutritivo, adequado teor de matéria seca, boa disponibilidade de açúcares e reduzido poder tampão. O capim-elefante reúne algumas dessas características, com maior destaque para o elevado potencial de produção da matéria seca, o que mais chama a atenção de pecuaristas e pesquisadores.

Segundo Silveira et al. (1979), o termo qualidade de silagem, não é usado para descrever o seu valor nutritivo, mas sim para denotar até que ponto o processo fermentativo ocorreu de maneira desejável. Entretanto, Andrade (1995) descreve que as forrageiras tropicais, como capim-elefante, apresentam correlação negativa entre idade e valor nutritivo, fazendo com que pesquisas venham a definir o estágio adequado de corte, considerando o valor nutritivo e a produtividade. Todavia, em culturas bem manejadas, a produção de capim-elefante atinge 60 toneladas/ha de matéria seca, com a seguinte composição bromatológica: 9% - 12% de PB, 57% - 62% de FDN e 60% de CDMS. Dessa forma, a silagem obtida do capim colhido em estágio adequado foi considerada satisfatória (Silveira, 1976).

As pesquisas com capim-elefante se intensificaram após alguns resultados sobre o seu uso na alimentação (Lucci et al., 1969; Naufel et al., 1969; Lucci & Boin, 1971), informações iniciais sobre processo fermentativos e uso de aditivos (Condé, 1970). Estudos evidenciaram que uma silagem razoável, do ponto de vista da fermentação, poderia ser obtida sem uso de aditivos (Silveira et al., 1979; Tosi et al., 1983). Entretanto, foi relatado baixo

consumo de matéria seca (Lucci et al., 1969), atribuído ao baixo teor de matéria seca que variou entre 15% e 18 %. Assim, surgiram estudos buscando redução da umidade pelo emurchecimento que, conseqüentemente, melhora o padrão de fermentação, desde que atinja pelo menos 30% de matéria seca (Wooford, 1984).

O emurchecimento é recomendado para plantas com teor de matéria seca abaixo de 20%. Os benefícios da redução de umidade na massa de forragem podem ser compensados pela elevação do poder tampão, como resultado de desidratação da forragem (Narciso Sobrinho, 1998).

Vilela (1998) descreve os fatores que podem interferir na eficiência do uso de aditivos na ensilagem da forrageira. Um dos principais é a espécie a ser ensilada. Além da espécie, a sua composição química, principalmente o teor de umidade, associado ao teor de carboidratos solúveis que influencia a fermentação durante o armazenamento em forrageira de clima tropical. Na avaliação de silagem, de maneira geral, considera-se o termo qualidade de silagem como indicativo do processo fermentativo, expresso em termos de ácidos orgânicos, pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃). Por outro lado, se as condições em que se desenvolveu o processo fermentativo não forem desejáveis, revela-se ocorrência de fermentação secundária.

A retirada parcial de água da planta (emurchecimento) tem efeito de restringir a extensão da fermentação no silo e reduzir a incidência de fermentação secundária. Conseqüentemente, melhora a qualidade da silagem, sua digestibilidade, consumo voluntário e a eficiência de utilização do nitrogênio pelo animal (Jackson & Forbes, 1970; Flynn & Wilson, 1978; Silveira et al., 1980).

Segundo Catchpoole & Henzell (1971), forrageiras tropicais, ensiladas sem emurchecimento, são condicionadas a fermentações indesejáveis durante o

armazenamento, produzindo altos teores de ácido acético. O emurhecimento tem sido associado à redução no teor de ácido acético nas silagens de capim-elefante (Silveira, 1976; Vilela & Wilkinson, 1987). Silveira et al. (1979), trabalhando com quatro cultivares de capim-elefante, verificaram que a elevação do teor de matéria seca de 18,9% para 24,9%, após seis horas de emurhecimento, proporcionou uma silagem de melhor qualidade, tendo em vista a diminuição significativa nos teores de ácidos acético e butírico e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) das silagens avaliadas.

2.5 Amido

O amido é o principal carboidrato de armazenamento na maioria dos grãos de cereais, sendo um polissacarídeo heterogêneo composto por dois polímeros, a amilose e a amilopectina. A amilose é uma molécula linear com 900 a 3000 unidades de D-glicose unidas por meio de ligações α -1,4. A amilopectina, molécula mais abundante nos diferentes tipos de amido, é um polímero maior, altamente ramificado, tendo, em média, 10^4 - 10^6 unidades de D-glicose unidas por ligações α -1,4 e, nos pontos de ramificações, unidas por ligações α -1,6, as quais ocorrem a cada 20 - 25 unidades de glicose (French, 1973; Guilbot & Mercier, 1985).

Os diferentes tipos de amido ocorrem em grânulos altamente organizados, nos quais a amilose e a amilopectina são mantidas ligados por pontes de hidrogênio. Cada espécie de cereal produz grânulos com tamanho, forma e propriedades características. O milho e o sorgo têm grânulos simples e muito semelhantes. A densidade do amido varia de 1,4 a 1,6 g/cm³ e o tamanho do grânulo varia de menos de 1 a 200 μ m ou mais (Rooney & Pflugfelder, 1986).

A estrutura e a composição do amido de diferentes cereais e suas interações têm um papel de destaque na digestibilidade e valor nutricional dos grãos para produção animal. Quando consideram-se o milho e o sorgo, as principais diferenças entre estes cereais estão no tipo e na distribuição das proteínas que envolvem o amido no endosperma. As células do endosperma periférico do grão de sorgo têm maior conteúdo de proteína e resistem à degradação física e enzimática (Rooney & Pflugfelder, 1986).

A maioria das forragens contém pequena quantidade de amido com exceção de silagem de grão como silagem de milheto (10% a 20% da MS), silagem de sorgo (25% a 35%) e, finalmente, silagem de milho (25% a 35% da MS). A degradação do amido é extremamente variável, entre 40% a 90%, dependendo da fonte, processamento e outros fatores (Teixeira, 2001).

Devido às suas características, como fonte de reserva, apresenta disponibilidade energética superior à dos carboidratos estruturais presentes nas dietas de ruminantes. A utilização de fontes de amido é fundamental na exploração de animais de alta produção, uma vez que exigem níveis elevados de energia na dieta para que possam atingir todo o seu potencial genético. Além disso, fontes de amido podem ser utilizadas para melhorar as características de fermentação ruminal, principalmente durante a utilização de fontes de nitrogênio não protéico, possibilitando assim a melhor utilização dos carboidratos estruturais e maior fluxo de proteína microbiana para o intestino delgado (Teixeira, 2001).

2.6 Propriedades químicas e físicas do amido

O processamento físico e químico dos grãos de cereais e as estratégias de manejo da alimentação são os principais instrumentos para a manipulação da quantidade e do local da digestão do amido no trato gastrointestinal de

ruminantes. Geralmente, quando o escape do amido da digestão ruminal aumenta, a digestão pós-ruminal também aumenta e parece não haver limitação para digestão intestinal de amido. Entretanto, a eficiência da digestão pós-ruminal do amido diminui, fato que representa uma limitação e um desafio à investigação científica (Nocek & Tamminga, 1991).

O adequado processamento do milho e do sorgo para uso na alimentação de bovinos com dietas ricas em grãos melhora a degradação *in vitro*, *in situ* e *in vivo* do amido (Branco, 1998). Esta resposta parece estar relacionada ao aumento na fermentação ruminal do amido do grão processado, tanto quanto o aumento na digestão do amido no intestino delgado e queda nas perdas fermentativas que ocorrem no ceco e intestino grosso (Branco, 1998).

Estudos descritos por Theurer (1986) evidenciaram que somente 10% a 25% do amido do milho ou do sorgo processado pelo vapor e floculado escaparam da fermentação ruminal, enquanto que para o grão integral a taxa de escape foi de 30% a 45%. No caso do sorgo, o processamento do grão melhora a utilização do amido pela quebra da matriz protéica que envolve os grânulos de amido.

2.7 Grânulos de amido

A estrutura dos grânulos de amido apresenta duas áreas distintas. A primeira apresenta estrutura organizada, sendo denominada região cristalina; enquanto a segunda, conhecida como região amorfa, é relativamente desorganizada. A região cristalina ou micelar é primeiramente composta de amilopectina, sendo esta a principal responsável pela organização desta área. A área cristalina apresenta uma maior resistência à entrada de água e, conseqüentemente, a atividade enzimática. A região amorfa é rica em amilose e menos densa que a área cristalina (Zeoula, 2001).

Segundo Zeoula (2001), as moléculas de amilose se inserem no interior das moléculas de amilopectina, acarretando aumento na quantidade de pontes de hidrogênio no interior da molécula de amido, o que pode causar a diminuição na capacidade de expansão e na atividade enzimática. A mesma autora descreve que, em raízes de mandioca, a região cristalina é composta apenas pela amilopectina, estando a amilose presente apenas na região amorfa, podendo ser mais facilmente lixiviada, enquanto que os cereais apresentam amilose também na região cristalina.

A mandioca apresenta, em sua porção de amido, um pequeno percentual de lipídios em sua composição (0,1%), comparado ao amido existente nos cereais (0,6 a 0,8%) (Melvin, 1979 citado por Zeoula, 2001). A maior capacidade de expansão do amido da mandioca em relação ao amido dos cereais, em especial a do milho, pode estar relacionada com a menor quantidade de amilose, dado o fato da amilose encontrar-se presente apenas na região amorfa (formando menos pontes de hidrogênio com a amilopectina) e a menor formação de complexos lipídio-amilose. São estas características apresentadas no amido da mandioca que justificam a explicação de maior digestibilidade do amido da mandioca comparado ao amido do milho e sorgo (Caldas Neto et al., 2000).

2.8 Atividade microbiana do amido

O amido, quando chega ao compartimento do rúmen, é rapidamente degradado pela atividade das bactérias amilolíticas. Entretanto, uma parte menor do amido é hidrolisada por fungos e protozoários (Huntington, 1994; 1997).

A diferença na digestibilidade ruminal do amido, entre os diversos cereais, poderia ser explicada, em parte, pelas características estruturais. Enquanto no trigo e na cevada, o endosperma e a matriz protéica são facilmente penetradas pelos microrganismos amilolíticos, no milho e, principalmente, no

sorgo, a matriz protéica que envolve os grânulos de amido é resistente à adesão e penetração pelos microrganismos (Ørskov, 1986; Kotarski et al., 1992; Mcallister et al., 1993). Os fungos parecem ser capazes de penetrar nesta estrutura (Mcallister et al., 1993). Dessa forma, o maior escape de amido para o intestino em dietas à base de milho e de sorgo possivelmente estaria relacionado à matriz protéica destes cereais.

2.9 Milho (*Zea mays* L.)

O milho (*Zea mays* L.) é um alimento energético e protéico por excelência e, dentre os grãos de cereais, é o mais empregado no arração de animais. A sua porção amilácea (endosperma), abrangendo cerca $\frac{3}{4}$ do grão, é constituída principalmente de amido, apresentando menos de 10% de proteína bruta e apenas traços de minerais e gordura. O tegumento e ponta se constituem praticamente de carboidratos, embora apresentem menos amido e cerca de 15% de fibra bruta. A camada córnea do glúten, logo abaixo do tegumento, possui cerca de 22% de proteína bruta, acontecendo o mesmo com o gérmen, que ainda contém cerca de 35% de gordura (Andrigueto et al., 1994). Campos (1985) descreveu a composição química média dos grãos de milho com base na matéria seca, sendo 88,0% de matéria seca, 9,30% de proteína bruta, 7,20% de proteína digestível, 4,30% de extrato etéreo, 0,02% de cálcio e 0,03% de fósforo.

Elias & Orquídea (1994), avaliando o efeito da inclusão de quantidades de milho durante a fermentação da cana-de-açúcar (0%; 10%; 20% e 30%), com base na matéria seca, não observaram diferenças significativas sobre o efeito do pH e ácido láctico após 24 horas de fermentação. Entretanto, observaram efeito significativo na produção de NH_3 e aumento progressivo na digestibilidade da matéria orgânica com o aumento da quantidade de milho durante o processo de fermentação da cana-de-açúcar. Elias & Lezcano (1994) estudaram a inclusão de

30% de milho para melhorar a qualidade da fibra na cana-de-açúcar e da composição final da sacarina, obtendo melhor composição final do produto nas variações dos componentes energéticos. Entretanto, não observou benefícios na síntese de proteína nas 24h. de fermentação.

2.10 Raspa de mandioca integral (*Manihot esculenta* Crantz)

A mandioca é considerada uma das mais importantes fontes de carboidratos nos países tropicais. O mais importante da raiz vai para o consumo humano, principalmente na forma direta (in natura) e na forma de farinha após seu processamento. Uma maneira simples e difundida para a conservação de raízes de mandioca é diminuir sua toxicidade ou toxidez, transformando-a em raspa, que consiste em picar as raízes em pequenos pedaços e colocá-los para secar, de forma natural ou artificial. A idade de colheita da raiz também pode alterar a toxidez cianogênica da mandioca e a qualidade da raspa (Kok,1942).

Vitti (1966) descreve que o processo de transformação da mandioca em raspa favorece a sua armazenagem por até 12 meses sem adição de produtos químicos, possibilitando a estocagem da matéria-prima para posterior industrialização, desde que esteja com um teor de umidade na faixa de 11% a 12%. A raspa pode ser produzida da raiz inteira, quando se destina à ração e sem a película externa e entrecasca, quando aproveitada como ingrediente para a indústria de alimentos, após transformação em farinha (Vilela, 1987).

Kok (1942) verificou ser possível a substituição total do fubá pela raspa de mandioca em rações para vacas leiteiras, desde que seja misturada a alimentos ricos em proteína e matéria graxa. Como fonte de energia, é comparável ao milho e pode substituí-lo total ou parcialmente nas rações. O mesmo autor descreve que uma mistura de 85% de raspa de mandioca e 15% de

farelo de algodão é equivalente ao milho no que diz respeito ao teor de proteína e nutrientes digestíveis totais.

Sob o ponto de vista econômico, aconselha-se a utilização do farelo de raspa de mandioca na alimentação das vacas leiteiras quando seu custo for inferior ao do milho.

Como descrito, o mais importante da raiz vai para o consumo humano, principalmente na forma indireta (*in natura*) e na forma de farinha após seu processamento. Entretanto, com uma produção bastante significativa, implica em uma grande quantidade de resíduos disponíveis que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes (Abrahão, 1991). Avaliando alimentos alternativos, Marques (2000) estudou o efeito da substituição do milho por casca de mandioca e farinha de varredura sobre o desempenho, consumo, conversão alimentar e rendimento de carcaça de novilhas mestiças terminadas em confinamento, observou que, apesar de redução no consumo, especialmente da farinha de varredura, não houve alteração no ganho de peso, na conversão alimentar, na matéria seca e no rendimento de carcaça dos animais, indicando um bom valor nutricional destes subprodutos.

2.11 Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)

A mandioca é uma planta originária do continente americano, não se descartando a possibilidade de ser genuinamente brasileira, pois a maioria das espécies do gênero *Manihot* identificadas foi localizada no território brasileiro (Carvalho, 1985). É cultivada no sul do continente asiático e africano, sendo uma importante cultura explorada no trópico semi-árido, onde representa um dos principais alimentos. A sua cultura é desenvolvida geralmente em pequenas propriedades (fazendolas e sítiantes) com escassa tecnologia, ocupando em torno de 11 milhões de ha com produção ao redor de 105 milhões de toneladas de

mandioca, das quais mais da metade é destinada ao consumo humano em diversas formas. Quanto ao ponto de vista botânico é uma dicotiledônea, pertencente à família *Euphorbiaceae* e ao gênero *Manihot*, que representa um grande número de espécies sendo considerada uma das mais importantes fontes de carboidratos nos países tropicais.

A linamarina é um princípio tóxico que se apresenta em diversas concentrações nas raízes, classificada em mansa (menos de 50 mg HCN/kg); moderadamente brava (50 a 100 mg HCN/kg) e brava (acima de 100 mg HCN/kg). A planta apresenta uma enzima endógena denominada linamarase que, ao entrar em contato com os glicosídeos cianogênicos liberados pela ruptura da estrutura celular das raízes, promove a hidrólise destes, liberando o ácido cianídrico (HCN). A toxicidade da planta limita o seu emprego, tanto na alimentação humana quanto animal.

Segundo Chuzel (1991), aproximadamente 4% do amido produzido no mundo provêm da mandioca e mais de 80% dessa produção se destinam ao consumo humano.

A produção brasileira de mandioca está na faixa de 1.575.543 toneladas, concentrado nos estados do PA (15%), PR (15%) e BA (11%). O nordeste é responsável por 37% da produção e os estados do sul respondem por 26%.

2.12 Batata doce (*Ipomea batata* L.)

A batata-doce é um tubérculo muito comum no Brasil frequentemente empregado na alimentação humana, principalmente da população rural. Na alimentação dos animais, tanto os tubérculos como os ramos podem ser utilizados.

Rodriguez & Riveri (1998) trabalharam com inclusão de batata-doce na fermentação da cana-de-açúcar em estado sólido, utilizando níveis de inclusão de 0,25%; 50,0% e 75,0% e dois tempos de fermentação (0 e 24 h). Estes autores observaram interações significativas entre o percentual de inclusão e o tempo para todos indicadores determinados, exceto para proteína verdadeira, que apresentou incremento na concentração de NH_3 durante as 24 horas, sendo mais notável para as inclusões de 25% e 50%. O pH inicial manteve-se durante as primeiras 24 horas de fermentação, incrementando assim a produção de amônia.

A batata-doce é um alimento pobre com 4,0% de PB, 1,6% de extrato etéreo, 0,28 de cálcio e 0,23 de fósforo. Entretanto, é rica em extrato não nitrogenado, cujo teor é de 87%, que foi demonstrado em 100% da matéria seca. Também é rica em amido, açúcares, dextrina e caroteno. A proteína da batata-doce apresenta bom nível em metionina e, quando comparada com os demais alimentos desta classe, é rica em matéria seca, possuindo em média 31,0%.

Todas as partes desta planta contêm glicoalcalóide denominado solanina que, por hidrólise, libera os alcalóides solanidina e solaneína. Embora toda planta contenha substância tóxica, sua maior concentração ocorre nos tubérculos verdes e em brotação. Quando os tubérculos ficam exposto à luz solar, o conteúdo de solanina aumenta. Com a presença da luz pode aparecer verde devido à formação de clorofila. A coloração verde é indicativo da presença de solanina.

2.13 Milheto (*Pennisetum americanum* L.)

A denominação milheto é utilizada em vários países para designar plantas que produzem semente de pequeno tamanho, como por exemplo, penicilária. Existem, assim, muitas espécies e variedades denominadas de

milheto, sendo as principais *Pennisetum typhoides*, *Pennisetum miliaceanum*, *Setaria italica*, *Echinochloa cruzgallii*, *Eleusine caracana* e *Paspalum scorbiculatum* (Lima, 1982). Segundo Lira (1977), o milheto (*Pennisetum americanum* L.) é uma forrageira anual de verão de alto valor nutritivo, que pode ser utilizada tanto para a produção de forragem como para a produção de grãos. O seu consumo é feito em forma de cereal e também como substrato para produção de bebidas alcóolicas, desde os tempos pré-históricos na Ásia, África e Europa.

Em função de suas características fisiológicas, o milheto se adapta a solos ácidos e de baixa fertilidade, que são fatores limitantes para outras culturas. Essas características fazem com que variedades de milheto se tornem importantes opções de grãos em muitas regiões semi-áridas do mundo, como Índia e continente Africano, ocupando em torno de 26 milhões de hectares nessas regiões (Singh et al., 1987). Outra característica fisiológica de grande importância do milheto é a adaptação e a resistência ao calor e baixo requerimento de água, durante o ciclo. Segundo Burton (1972), a temperatura ideal para o milheto é de 28°C durante o dia e 20°C durante a noite. Altas temperaturas são requeridas para um crescimento rápido, principalmente nos estádios mais avançados do desenvolvimento. O milheto também se desenvolve no inverno, desde que a temperatura não fique abaixo de 16°C (Paulino & Martins, 1981).

2.14 Sorgo (*Sorghum vulgares*, Pers.)

As variações estacionais na produção de forragens, decorrentes das condições climáticas dos países tropicais, têm levado à inadequada nutrição nos sistemas de utilização intensa de pastagens, refletindo em baixos índices de produtividade na pecuária. Diante do exposto, a ensilagem é uma prática que

garante o fornecimento de forragem de alta qualidade, durante o período de escassez de alimentos. As culturas de sorgo e milho são bastante utilizadas para silagem, sem necessidade de aditivos para estimular a fermentação (Zago, 1991). O sorgo destaca-se por apresentar a possibilidade de se cultivar a rebrota, com produção que pode atingir até 60% do primeiro corte, especialmente em condições marginais de cultivo, como fertilidade inferior do solo e locais de estiagens prolongadas (Zago, 1991). O sorgo tem a capacidade de recuperar-se e produzir grãos após um período de falta de chuvas.

Veloso (1970/71) comparou silagem de milho e de sorgo para novilhos em confinamento, observando que a silagem de sorgo foi mais econômica.

A silagem de sorgo dos tipos graníferos, por possuírem maior quantidade de grãos, tende a proporcionar aos animais desempenho similar ao fornecido pela silagem de milho, enquanto que a do sorgo forrageiro normalmente se mostra inferior. Gomide et al. (1987) verificaram maior ganho de peso para novilhos que receberam silagens de milho-anão e de sorgo granífero, do que silagens de variedades de milho comumente utilizadas e de sorgo forrageiro.

2.15 Uso de óxido crômico na determinação da digestibilidade

Os primeiros experimentos de digestão foram conduzidos na mesma época em que os métodos químicos foram utilizados na avaliação dos alimentos, tendo alguns dos métodos químicos sido desenvolvidos pelo mesmos pesquisadores que conduziram alguns dos primeiros experimentos de digestão na “Weende Experiment Station”, Universidade de Goettingen, na Alemanha (Teixeira, 1997).

A digestão é um processo de conversão de macromoléculas do alimento para compostos simples que podem ser absorvidos pelo trato gastrointestinal.

Medidas de digestibilidade têm contribuído significativamente para o desenvolvimento de sistemas, a fim de descrever o valor nutritivo dos alimentos (Van Soest, 1994). A digestibilidade do alimento indica quanto o animal absorve os nutrientes de uma dieta ou forrageira. Esta capacidade é expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente, sendo característica do alimento ou dieta e não do animal. Normalmente, à medida que as plantas envelhecem, observa-se que ocorre redução nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e no teor de proteína bruta. Comumente, depressões na digestibilidade são resultantes da competição entre a taxa de digestão e da passagem. Aumento no consumo implica em maior taxa de passagem, reduzindo a digestibilidade (Fahey Jr & Berger, 1988; Van Soest, 1994) e, assim, respostas positivas no consumo estão relacionadas com diminuição na digestibilidade da dieta (Fahey Jr & Berger, 1988). Sendo assim, suplementos que agem sobre o consumo e a taxa de passagem da dieta influenciam de forma direta na digestibilidade.

Segundo Coelho da Silva (1979), a adição de carboidratos de fácil digestão, como o amido, podem inicialmente auxiliar na digestão da fibra, Entretanto, níveis excessivos comprometem a atividade fibrolítica ruminal.

A medição direta da excreção fecal de um animal é feita por intermédio da coleta total de fezes, com o uso de bolsas coletoras. Segundo France et al. (1988) e Moore & Sollemberger (1997), esta técnica não é recomendada, principalmente para bovinos, em função do desconforto causado pela bolsa de coleta, que pode interferir no comportamento dos animais, torna-se necessária, assim a utilização de outras metodologias alternativas, com o objetivo de facilitar o manejo do experimento, como a estimativa da determinação da excreção fecal. Dentre as metodologias utilizadas, a técnica de marcador externo tem sido a mais usada nos experimentos de pesquisa. Esta técnica baseia-se no emprego do óxido crômio (Cr_2O_3), que pode ser ingerido na dieta ou

administrado de forma oral, direto na cavidade bucal, devendo ser recuperado totalmente nas fezes (Brisson et al., 1957; Coelho da Silva et al., 1968).

Partindo desse princípio, a excreção de fezes pode ser quantificada pela seguinte equação, descrita por Smith e Reid (1955).

$$\text{Excreção fecal(g/dia)} = \frac{\text{Indicador fornecido (g/dia)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (g/g MS)}}$$

O óxido crômico também é denominado de óxido de cromo III, de ampla importância na determinação da excreção fecal (Prigge et al., 1981; Merchen, 1988 e Astigarra, 1997). Normalmente, o manejo de fornecimento do óxido crômico consiste na administração de duas doses por dia, preferencialmente com o mesmo peso, em intervalos de tempo definidos, sendo necessário um período de adaptação de 5 a 7 dias, anterior ao início das primeiras coletas fecais (Owens & Hanson, 1992). Mesmo diante da facilidade de manejo do fornecimento de óxido crômico, vários problemas têm sido constatados e descritos na literatura, como mistura incompleta com a digesta ruminal (Corbett et al., 1959; Coelho da Silva et al., 1968) e passagem mais rápida pelo rúmen que o material fibroso (Van Soest, 1994).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, J. J. S. Valor nutritivo de plantas forrageiras. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM PASTAGEM, 1991, Cascavel. **Anais...** Cascavel: Organização das Cooperativas do Estado do Paraná, 1991. p. 209-225.
- ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, n.12, p. 3063-3075, 1996.
- ALMEIDA, R. G. de. **Sacharina em dietas para vacas lactantes**. 1997. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- ANDRADE, J.B. **Efeito da adição de rolão de milho, farelo de trigo e saccharina na ensilagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv.** 1995. 190p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- ANDRIGUETTO, M.J. et al. **Nutrição animal**. 6.ed. São Paulo: Nobel, 1994. v.1, 395p.
- ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA. São Paulo: Argos Comunicação, ANUALPEC, 2002. 400p.
- ASTIGARRAGA, L. Técnicas para la medición del consumo de rumiantes en pastoreo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 1997. p.1-23.
- BERAZAIN, J. V. Suplementación de vacas lecheras bajos pastoreo. In: COFERENCIA NACIONAL DE PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE PASTO Y FORRAGES TROPICALES, 2., 1978, Cali. **Anais...** Cali: Azoovale, 1988. p.134-166.

BOIN, C. Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: D'ARC, R.D.; BOIN, C.; MATTOS, W.R.S. **Utilização de resíduos agro-industriais da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes**. Piracicaba: FEALQ, 1985. p.19-47.

BRANCO, A. F. **Digestão de amido no intestino delgado e grosso em bovinos e os feitos da disponibilidade abomasal de diferentes carboidratos sobre o fluxo portal-hepático de nutrientes em ovinos**. 1998. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade do Estado de São Paulo, Jaboticabal.

BRISSON, G. J.; PIGDES, W. J.; SYLVESTRE, P. E. Effect of frequency of administration of cromic oxide on its fecal excretion pattern by grazing cattle. **Canadian Journal Animal Science**, v.37, n.1 , p. p 90-94, 1957

BURTON, G. W.; WALLACE, A. T.; RACHIE; K. O. Chemical composition and nutritive value of pearl millet. (Pennisetum Typhoides (Burm) Stapf and E. C. Hubbard) grain. **Crop Science**, Madison, v.12, p.187-188, 1972.

CALDAS NETO, S.F. et al. Mandioca e resíduos das farinheiras na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira Zootecnia**, 2000. No prelo.

CAMPOS, C. G. M. **Determinação de alguns elementos Metálicos e composição química do milho (Zea mays L) cultivado em três regiões de Minas Gerais**. 1985. 75p Tese (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CARVALHO, J. L. H. **A mandioca: raiz e parte area na alimentação animal**. Planaltina: EMBRAPA-Centro de Pesquisa do Cerrado, 1985. p.1-36. (Circular Técnica, 17).

CATCHPOOLE, V.R.; HENZELL, E. F. Silage and silage-making from tropical hebage species. **Her. Abst.**, Wallingford, v.41, n.3, p. 213-221, 1971.

CHUZEL, G. Almidón de Yuca, uso atual y potencial. **Yuca Boletim Informativo**, Cali, Colômbia, v. 15, n.1. p. 10-11, 1991.

COELHO DA SILVA, J. F.; CAMPOS, J.; CONRAD, J. H. Uso do óxido crômico na determinação da digestibilidade. **Experientiae**, v.8, n.1, p. 1-23, 1968.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livrocetes, 1979. p.384.

CONDÉ, A. R. **Efeito da adição de fubá sobre a qualidade da silagem de capim elefante cortado com diferentes idades**. 1970. 128p. Dissertação (Mestrado Produção Animal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

CONRAD, J. H. ; FIORITO, M. I.; McDOWELL, L. R.. Producción de 2.000 kilogramas de carne vacuna utilizando 1 hectare de caña de azúcar. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE GANADERIA EN LOS TRÓPICOS, 1990, Gainesville. **Anais...** Gainesville: Intitute of Food and Agricultural Sciences, 1990. p.93-107.

CORBERTT, J. L.; GREENHALGH, J. F. D.; FLORENCE, E. Distribution of chromium sesquioxide and polythyleneglycol in the reticulum-rumen of cattle. **Br. Journal Nutr.**, v.13, n.3, p. 337-345, 1959.

DELGADO, D. C. et al. Influencia del nivel de saccharina en el volumen, recambio líquido y flujo ruminal en vacas. **Revista Cubana de Ciencia Agric.** v.26, n.2, p.185-190, 1992.

DEMARCHI, J. J. de A. A. et al. Utilização de Sacharina em dietas de vacas leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...**Lavras: SBZ, 1992. p.142.

DERESZ, F. Produção de Leite de vacas mestiças Holadês x Zebu em Pastagem de capim elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. **Revista da Sociedade Brasileira De Zootecnia**, v.30, n. 1, p.197-204, 2001.

ELIAS, A. I.; ORQUIDEA, L. Effect of the inclusion of levels of maize meal on the fermentation of sugar cane. **Cuban Journal of Agricultural Science**, Loma, Cuba, v.28, n.3, p.321-327, 1994.

ELIAS, A. I. et al. Review on the development of a protein sugar cane enrichment technology through solid state fermentation (saccharine). **Cuban Journal of Agricultural Science**, Havana, v.24, n.1, p.1-12, 1990.

FAHEY Jr., G. C.; BERGER, L. L. Carbohydrate nutrition of ruminants In: CHURCH, D. C. (Ed.). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1988. p.269-297.

FARIA, V. P. O uso da cana-de-açúcar para bovinos no Brasil In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.1-16.

FLYNN, A. V.; WILSON, R. K. The relative importance of digestibility, ensiling, fermentation and dry matter content in limiting the utilization of silage by beef cattle In: GENERAL MEETING, 7., 1978, Belgium. **Proceedings...** Belgium: European Grassland Federation, 1978. p.63-615.

FRANCE, J. et al. Estimating the fecal producing by ruminants from faecal marker concentration curves. **Journal Theor. Biology**, v.135, n.2, p. 383-391, 1988.

FRENCH, D. Chemical and physical properties of starch. **Journal of Animal Science**, v.37, n.4, p. 1048-1061, 1973.

GARCIA, R.; ELIAS, A. I.; A note on saccharina inclusion in feeds for lambs under commercial conditions. **Cuban Journal of Agricultural Science**, Loma, v.24, n.3, p.287-289, 1990.

GOMIDE, J. A. et al. Avaliação de alimentos volumosos. 1. Fenos, silagens e restos culturais na alimentação de vacas em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.16, n.3, p.284-298, 1987.

GUILBOT, A. MERCIER, C. Starch. In: ASPINALL, G. O. (Ed.). **The polysaccharides**. New York: Academic, 1985. v.3, p.209-282.

HENRIQUE, W. et al. Uso de silagem de milho ou de capim elefante e da saccharina na engorda de bovinos em confinamento. **Bol. Ind. Animal**, v.50, n.1, p.61-67, 1993.

HUNTINGTON, G.B. Ruminant starch utilization progress has been extensive. **Feedstuffs**, n.60, p.16, 1994.

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal Animal Science**, n.75, p.852, 1997.

INÁCIO NÉTO, A. **Silagem mista suplementada com saccharina no desempenho de novilhos Holadês X Zebu, em confinamento**. 1999. 51p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

JACKSON, N.; FORBES, T. T. The voluntary intake by cattle of four silages differing in dry matter content. **Animal Prod.**, Edinburg, v.12, n.4, p.591-599, 1970.

KOK, E. A. O farelo de raspa de mandioca na alimentação dos animais. **Boletim de Industria Animal**, São Paulo, v.5, n.4, p.195-205, 1942.

KOTARSKI, S.F.; WANISKA, R.D.; THURN, K.K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **Journal Nutr.**, n.122, p.178, 1992.

LAVEZZO, W. Ensilagem do capim elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DO CAPIM ELEFANTE, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1994. p.169-275.

LENG, R.A. Limitaciones metabólicas en la utilización de la caña de azúcar y sus derivados para el crecimiento e producción de leche en ruminantes. In: PRESTON, T.R.; ROSALES, M. **Sistemas intensivos para la producción animal y de energía renovable con recursos tropicales**. Cali: CIPAV, 1988. p. 1-24.

LENG, R. A.; PRESTON, T. R. Sugarcane for cattle production. Present contrasts perspectives and research priorities. **Tropical Animal Product**, v.1, n.1 p.1-22, 1976.

LEZCANO, O.; ELIAS, A. Efeito de la temperatura y la urea en la fermentación de la caña de azúcar para producir saccharina. **Revista Cubana de Ciencia Agricola**, v.26, n.3, p.291-293, 1992.

LEZCANO, O. et al. Note on the effect. Of the height of the fermentation layer of ground sugar cane on the production of rustic saccharina. **Cuban Journal of Agricultural Science**, Loma, v.28, n.3, p.329-331, 1997.

LEZCANO, P.; VALDIVIÉ, M.; MARRERO, A. I. Utilización de la saccharina en la alimentación de monogástricos. Memorias II Enc. Monogástricos, Instituto de Ciencia Animal, La Habana. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v.26, n.3, p.291-293, 1994.

LIMA, M. A. **Cultura do milho**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 1982. 94p. (Curso para Extensionistas Agrícola).

LIRA, M. A. et al. **Competição de variedades forrageiras de milho em relação a milho, sorgo e capim elefante**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 1977. v.1, p.22-23.

LUCCI, C. S.; BOIN, C. Silagem de Napier, ou milho e feno de capim gordura ou soja perene como volumosos para vacas em lactação. **Boletim de Industria Animal**, v.27, p.225-275, 1971

LUCCI, C. S.; BOIN, C.; LOBÃO, A. O. Estudos comparativo das silagens de Napier, milho e de sorgo, como únicos volumosos para vacas em lactação. **Boletim de Industria Animal**, v.25, p.161-179, 1969.

MARQUES, J. et al. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1528, 2000.

MARRERO, E. D.; ELIAS, A. I.; MACIAS, R. The utilization of saccharina in calf feeding. 1. Substitution of cereals by saccharina in the concentrates. **Cuban Journal of Agricultural Science**, Loma, v.26, n.1, p.17-22, 1992.

MATSUOKA, S. RB 72454: Uma variedade de cana-de-açúcar para todo o Brasil. **Brasil Açucareiro**, v.105, n 4/6 p. 8-18, 1987.

McALLISTER, T. A. et al. "Effect of the protein matrix on the digestion of cereal by ruminal microorganisms. **Journal Animal Science**, Savoy, v.71, n.1, p.205-212, Jan. 1993.

MERCHEN, N. R.; Digestion absorption and excretion in ruminants In: CHURCH, D.C. (Ed.). **The ruminant animal digestive physiology and nutrition Englewood**. Cliffs: Prentice Hall, 1988. p.172-201.

MOLINA, A. et al. Evaluación del valor forragero de variedades industriales de caña de azúcar. Digestibilidad in situ **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, Tomo 33, n.4. p.387- 392, 1999.

MOORE, J. E.; SOLLEMBERGER, L. E. Techniques to predict pasture intake. In: SIMPÓSIO INTERCIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL SOB PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...**Viçosa: UFV, 1997. p. 81-96.

MUÑOZ, E. et al. **Solicana, tecnologia para la deshidratación de la caña de azúcar integral y la producción de piensos**. La Habana: Instituto de Ciencia Animal, 1989. 29p.

NARCISO SOBRINHO, J. **Silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*,) Schum. Em três estádios de maturidade, submetido ao emurchecimento**. 1998. 105 p.Dissertação (Mestrado em forragens)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

NAUFEL, F. Estudo comparativo entre cana-de-açúcar e silagens de milho, sorgo e capim napier na alimentação de vacas leiteiras. **Boletim da Industria Animal**, v. 26, p. 9-22, 1969.

NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk and composition. **Journal Dairy Science**, n.74, p.3598, 1991.

NUSSIO, L. G. Ensilagem de capim tropicais In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife-PE. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 60-99

OLIVEIRA, M. Dal Secco de. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. Jaboticabal: UNESP 1999. 128p.

OLIVEIRA, P.S. de. **Desempenho de bezerros Holandeses – Zebu alimentados com associação de saccharina e silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) cv. Napier, suplementados com fúba de milho.** 1998. 44p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ORSKOV, E. R.; DEB HOVELL, F. D. Rumen digestion of hay (measured with dracon bags) by cattle given sugarcane or pangola hay. **Tropical Animal Product**, v. 3 p. 9-11, 1978

ORSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal Animal Science**, v. 63, p.1624, 1986.

OWENS, F.N.; HANSON, C. F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal Daire Science**, v.75, n.9, p. 2605-2617, 1992.

PATE, F.M. Nutritive value of sugarcane at different stages of maturity. **Tropical Animal Production**, v.2, n.1, p.108, 1977.

PAULINO, V. T.; MARTINS, L. O milheto (*Pennisetum americanum*, (L.) K. Schum.) e o híbrido (*Pennisetum americanum*, x (*Pennisetum purpureum*). **Zootecnia**, Nova Odesa, v.19, n. 1, p. 35-62, 1981.

PEIXOTO, A. M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 8., 1986, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p.17-47

PEREIRA, O. G. Consumo e digestibilidade total e parcial dos nutrientes de dietas contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), sob formas em bovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.4, p.750-762, 1996.

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

PRESTON, T. R. Urea y caña de azúcar en la alimentación de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1984, Belo Horizonte. **Palestras...** Belo Horizonte: SBZ, 1984. p.99-124.

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

PRIGGE, E.C. et al. Comparison of ytterbium chloride and chromium sesquioxide as fecal indicators. **Journal of Animal Science**, v.53, p.1629, 1981.

REIS, A. B de. **Desempenho de bezerros Holandês-zebu alimentados com associação de saccharina e capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cv. Napier**. 1996. 48 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RODRIGUES, A. A.; BARBOSA, P. F. Efeito do teor protéico do concentrado no consumo de cana-de-açúcar e uréia por novilhas em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu, SP: SBZ, 1998. v.1, p.116-118.

RODRIGUEZ, Z.; RIVERI, A. Estudios de utilización de boniato (*Ipomea batata* Lam) en la fermentación en estado sólido de la caña de azúcar. **Cuban Journal of Agricultural Science**, San José de las Lajas, Cuba, v.32, p.307, 1998.

RODRIGUEZ, Z. et al. Dinámica de fermentación de mezclas de caña (*saccharum officinarum*) y boniato (*ipomea batata*). **Cuban Journal of Agricultural Science**, San José de las Lajas, Cuba, Tomo 35, n.2, p.147-151, 2001.

ROONEY, L. W.; PFLUGFELDER, R. L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n.5, p. 1607-1623, Nov. 1986.

RUIZ, R. et al. Consumo y digestibilidad en carneros alimentados con diferentes proporciones de sacharina en el concentrado. **Cuban Journal of Agricultural Science**, Loma, v.24. n.1, p.61-67, 1990.

SILVEIRA, A. et al. Avaliação química de silagens de capim elefante (*Penisetum purpureum* Schum) submetidas a diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.8, n.2, p.287-300, 1979.

SILVEIRA, A. et al. Consumo de silagens de capim elefante (*Penisetum purpureum* Schum) submetidas a diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.9, n.2, p.306-320, 1980.

SILVEIRA, A. C. **Contribuição para estudo do capim elefante (*Penisetum purpureum* Schum) como reserva forrageira no trópico**. 1976. 234p. Tese (Livre Docência em Forragem)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SMITH, A. M.; REID, J. T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of a pasture herbage by grazing cows. **Journal Dairy Science**, v.38, n.5, p.515-524, 1955.

SINGH, P. et al. Nutritional evaluation of high protein genotypes of pearl millet (*Pennisetum americanum*, (L) Leek) **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.38, p.41-48, 1987.

TEIXEIRA, J. C. **Carboidratos na alimentação de ruminantes**. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: 2001. p. 165- 210.

TEIXEIRA, J. C. **Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras, 1997. p. 327.

THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal Animal Science**, v.64, p.892, 1986.

TOSI, H. et al. Avaliação do capim elefante, cultivar Taiwan A –148, como planta para ensilagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p.295-299, 1983.

VALIÑO, E. et al. Dinâmica de crescimento de la microbiota de la caña de azúcar durante la obtencion de la sacarina. **Revista Cuv. Cic. Agríc.**, v.26, n.3, p.297-303, 1992.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VELOSO, L. Estudo comparativo sobre o valor das silagens de milho e de sorgo, do pé de milho e da cana-de-açúcar desidratada fornecidos a novilhos em regime de confinamento. **Boletim da Indústria Animal**, v.27/28, Único, p.23, 1970/71.

VILELA, D. **Aditivo para silagens de plantas de clima tropical**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. CD-Rom.

VILELA, D.; WILKINSONI, J. M. Efeito do emurchecimento e da adição de uréia sobre a fermentação e digestibilidade “in vitro” do capim elefante (*Pennisetum purpurem*, Schum) cv, ensilado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.16, n.6, p.550-562, 1987.

VILELA., E. R. Tecnologia de produção das raspas de mandioca. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, n.145, p.52, jan. 1987.

VITTI, P. Industrialização da mandioca. **Boletim CTPTA**, Campinas, n.6, p.26-33, 1966.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. Nova York: Marcel Dekker, 1984. 350p.

ZAGO, C. P. Cultura do sorgo para produção de silagens de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p.169-218.

ZARRAGOTIA, L. et al. Utilización de la saccharina y la Leucaena leucocephala como suplemento para hembras bovinas en crecimiento en pastizales de gramíneas de secano. **Revista Cubana Ciencia Agríc.**, 24, n.1, p.43-49, 1990.

ZARRAGOTIA, L.; RUIZ, T.E.; RODRIGUEZ, J. Leucaena leucocephala y un concentrado de sacharina como suplemento para hembras bovinas en crecimiento en pastizales de gramíneas de secano. **Revista Cubana Ciencia Agríc.**, v.26 n.3, p.263-267, 1992.

ZEOULA, L. M. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE, 2., 2001, Lavras , MG. Lavras: 2001. p. 249-284.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DA SACCHARINA COM DIFERENTES FONTES DE AMIDO ADITIVANDO SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE

RESUMO

INÁCIO NÉTO, Antonio. Avaliação da saccharina com diferentes fontes de amido aditivando silagem de capim-elefante. In: _____. **Avaliação da saccharina enriquecida com diferentes fontes de amido**. 2003. p.41-59. Cap.2.Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, MG, com o objetivo de avaliar o perfil de fermentação e o valor nutricional da silagem de capim-elefante aditivada com saccharina contendo diferentes fontes de amido. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 3 repetições, totalizando 18 silos de laboratório que foram distribuídos nos seguintes tratamentos: SMI - silagem + 20% de saccharina com 1,5% de uréia, 0,2% sulfato de amônia e 0,5% de sal mineralizado contendo mandioca integral; SBD - silagem + 20% de saccharina com 1,5% de uréia, 0,2% sulfato de amônia e 0,5% de sal mineralizado contendo batata-doce; SML - silagem + 20% de saccharina com 1,5% de uréia, 0,2% sulfato de amônia e 0,5% de sal mineralizado contendo milho; SSO - silagem + 20% de saccharina com 1,5% de uréia, 0,2% sulfato de amônia e 0,5% de sal mineralizado contendo sorgo; SRM - silagem + 20% de saccharina com 1,5% de uréia, 0,2% sulfato de amônia e 0,5% de sal mineralizado contendo raspa de mandioca e SCN - silagem 100% capim-elefante. Os silos foram abertos após 60 dias, sendo as análises bromatológicas realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA. A significância estatística foi avaliada por meio do teste de Tukey ($P < 0,05$) pelo software estatístico SAS. Foram avaliados o pH da forragem, o pH de silagem, a MS, PB, FDN, FDA, CPT, N-NH₃ (%N Total). Foram observados efeitos significativos em todos os parâmetros avaliados ($P < 0,05$), concluiu-se que, considerando a influência do aditivo durante o processo de ensilagem do capim-elefante aditivada com 69,6% de saccharina e 30,4% de mandioca integral, este tipo de saccharina revelou-se constituída dos melhores teores de PH, MS, PB, FDN, FDA, CPT e N-NH₃ (% N total) em sua composição bromatológica, quando comparada com as outras saccharinas.

¹ Comitê de Orientação: Júlio César Teixeira - UFLA (Orientador), Fermino Deresz Embrapa/CNPGL, Juan Ramon Olalquiaga Perez - UFLA, Antonio Ricardo Evangelista - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA.

ABSTRACT

INACIO NÉTO, Antonio. Evaluation of saccharina with different sources of starch additivating elephant grass. In: _____. **Evaluation of saccharina enriched with different sources of starch.** 2003. p.41-59. Cap.2.Thesis (Doctorate in Animal Science)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

The experiment was accomplished in the Animal Science Department of the Universidade Federal de Lavras- MG with the purpose of evaluating the fermentation profile and nutritional value of elephant grass silage additivated with saccharina containing different sources of starch. The experimental design utilized was the completely randomized with six treatments and three replicates amounting to 18 laboratory silos, which were allocated to the following treatments: SMI, + 20% Saccharina + cassava + silage, SBD + 20% Saccharina + sweet potato + silage, SML + 20% Saccharina + corn + silage, SSO + 20% Saccharina + sorghum + silage, SRM + 20% Saccharina + cassava scratch + silage, SCN elephant grass silage. The silos were opened after 60 days and analyzed in the Animal Research Laboratory of the Animal Science Department of the UFLA. The statistical significance was evaluated by means of Tukey's test ($P < 0.05$) by the SAS statistical software. The forage pH, silage pH, DM, CP, NDF, ADF, BC, N-NH₃ (% Total N) were evaluated. Significant effects were found in all the parameters evaluated ($P < 0.05$), it follows that taking into account the influence of the additive during siling process of elephant grass additivated with 69% of saccharina and 30.4% of whole cassava, that sort of saccharina proved to be made up of the best contents of PH, DM, NDF, ADF, BC and N-NH₃ (% of total N) in its chemical composition as compared with the other saccharinas.

¹ Guidance Committee: Júlio Cesar Teixeira - UFLA (Adviser), Fermino Derez EMBRAPA/CNPGL, Juan Ramon Olalquiaga Perez - UFLA, Antonio Ricardo Evangelista - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a estacionalidade de produção de forragens está caracterizada pela variabilidade dos fatores climáticos que afetam as regiões, relacionando-se de forma positiva com a produção e a qualidade das forragens, caracterizada pelas épocas de abundância e escassez de alimentos, afetando assim o desempenho dos rebanhos mantidos nas pastagens.

A baixa disponibilidade de água nas regiões Sudeste, no inverno e Nordeste, no verão (seca), também afeta o desempenho do rebanho em consequência de épocas de estiagem bastante significativa. Este entrave na exploração agropecuária pode ser atenuado por meio de seleção de espécies tropicais, pelo pastejo direto em pastagens ou por métodos de conservação de forma econômica, como feno ou silagem.

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) é uma das forrageiras dentre as espécies tropicais que apresentam melhor característica para ensilagem, quando comparada com outras gramíneas (Tosi, 1973), o que resulta em uma grande opção para produção de matéria seca. Entretanto, o seu aumento da matéria seca com a idade da planta não caracteriza aumento de valor nutritivo, evidenciando uma correlação negativa entre a idade e o valor nutritivo (Tosi, 1973 e Vilela, 1994).

No Brasil, é bastante difundida a utilização de capim-elefante como forragem ou em forma de silagem por sitiantes e fazendeiros durante a época da estiagem (seca ou inverno). Diante dessas considerações e escassez de informações técnicas sobre a utilização da saccharina, não só como aditivo em silagem, mas também na alimentação de ruminantes no Brasil, conduziu-se este experimento com o objetivo de avaliar o perfil de fermentação e o valor

nutricional da silagem de capim-elefante aditivada com saccharina contendo diferentes fontes de amido.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, no período entre dezembro de 2000 a março de 2001. A cidade de Lavras está localizada na região sul do estado de Minas Gerais, a 918 metros de altitude, 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste de Greenwich. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo CWB (Ometo, 1981).

TABELA 1. Temperaturas máximas, médias, mínimas, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar durante o período do experimento

Período	T.máxima (° C)	T.mínima (° C)	T. média (° C)	Prec.pluv. (mm)	UR (%)
Dez/2000	28,20	18,05	22,20	243,80	77,52
Jan/2001	29,40	18,40	23,00	147,50	72,70
Fev/2001	30,87	18,38	23,65	46,80	69,43
Mar/2001	29,16	17,89	22,62	146,40	74,76

Fonte: Estação agrometeorológica da UFLA (2001)

3.2 Produção da saccharina

A saccharina foi obtida a partir da cana-de-açúcar sem palha e sem ponta, segundo as recomendações de Elias et al. (1990), com o grau Brix de 22,6°. A cana-de-açúcar foi colhida e, após um repouso de 24h. foi picada e espalhada sobre uma área cimentada em camada de 10 a 15 cm, sendo adicionada a lanço na base da matéria natural, 1,5% de uréia, 0,5% de sal

mineralizado, 0,2% de sulfato de amônia e respectivas fontes de amido, com o objetivo de obter uma saccharina com mesmo teor de amido da silagem de milho.

A saccharina foi revolvida de duas em duas horas, por 72h (durante o dia), sendo amontoadada no final do dia (protegida com uma lona) para evitar elevação do teor de umidade. Este processo foi realizado até o alimento atingir uma matéria seca entre 87% e 90%.

TABELA 2. Níveis de garantia por kg de sal utilizado na produção das saccharinas (em gramas ou miligramas/kg de produto)

Composição do sal mineralizado	
Cálcio, g	50
Fósforo, g	25
Magnésio, g	2,75
Enxofre, g	6
Sódio, g	68
Cloro, g	105
Selênio, mg	2,25
Cobre, mg	100
Ferro, mg	70
Zinco, mg	1000
Manganês, mg	150
Iodo, mg	10
Cobalto, mg	8

3.3 Produção da silagem

A silagem de capim-elefante *cv, cultivar Cameroon*, foi confeccionada com idade aproximada de 60 a 70 dias e 1,0 - 1,4m de altura, proveniente do painel de plantas forrageiras do Departamento de Zootecnia da UFLA. O corte do capim foi feito manualmente, sendo, em seguida, processado em picadeira

convencional de forragem, regulada para triturar a forragem em partículas de 3 a 5mm.

Determinou-se o pH do material original após o corte com o uso de um potenciômetro e coletaram-se amostras que foram congeladas previamente para a determinação do poder tampão, segundo o método descrito por Playne & McDonald (1966).

Como silos de laboratórios, foram utilizados canos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, com capacidade para, aproximadamente, 3kg de silagem. A compactação foi realizada com êmbolo de madeira e o fechamento com tampas de PVC dotadas de válvulas tipo Bunsen, sendo as tampas lacradas com fita crepe. Os silos foram colocados com as válvulas para baixo, permitindo a saída do efluente. No enchimento dos silos, a proporção utilizada da forragem foi 80:20 de capim-elefante e saccharina, com base na matéria fresca.

3.4 Tratamentos

Foram utilizados seis tratamentos com três repetições, formando dezoito parcelas experimentais, utilizando-se na mistura 80% de capim-elefante e 20% de saccharina, com as respectivas fontes de amido, na base da matéria natural.

SMI - 80% de SCN + 20 % de saccharina, contendo 30,4% de mandioca;

SBD - 80% de SCN + 20 % saccharina, com 35,2% de batata doce (raiz);

SML - 80% de SCN + 20 % saccharina, com 30,4% de milho (fubá);

SSO - 80% de SCN + 20 % saccharina, com 35,7% de sorgo (grãos moído);

SRM- 80% de SCN + 20 % saccharina, com 31,5% de raspa de mandioca;

SCN - 100% de capim-elefante.

TABELA 3. Participação em (%) dos componentes nos tratamentos

Trat	Capim-elefante		Saccharina	Fontes de amido	Total (%)
	Capim-elefante: saccharina		Relação saccharina: amido		
SMI	80	20	69,6	30,4	100
SBD	80	20	64,8	35,2	100
SML	80	20	64,3	35,7	100
SSO	80	20	69,6	30,4	100
SRM	80	20	68,5	31,5	100
SCN	100	-	-	-	100

SMI - silagem + 20% de saccharina contendo mandioca integral, SBD - silagem + 20% de saccharina contendo batata-doce; SML - silagem + 20% de saccharina contendo milho; SSO - silagem + 20% de saccharina contendo sorgo; SRM - silagem + 20% de saccharina contendo raspa de mandioca; SCN - silagem 100% de capim-elefante.

Foram coletadas amostras para análises bromatológicas da saccharina, após sua confecção com as respectivas fontes de amido antes da ensilagem, sendo medido o pH do material original antes da ensilagem e após a abertura dos silos. Amostras da silagem contendo saccharina foram retiradas e colocadas em estufas a 65°C (pré-secagem) para posterior determinação da matéria seca e proteína bruta seguindo a metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemist-AOAC (1990), segundo Silva (2002). Para determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foram utilizadas as metodologias propostas por Van Soest et al. (1991).

Outra parte das amostras foi congelada para posterior análise de N-NH₃ (% N-total) nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total, segundo método descrito por Tosi (1973).

3.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), sendo constituído de seis tratamentos e três repetições, totalizando 18 parcelas experimentais. Os dados obtidos foram analisados utilizando-se o software estatístico (Statistical Analysis System - SAS, 1995).

As análises foram realizadas conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = observação referente ao tratamento i na repetição j ;

μ = constante associada a todas as observações;

t_i = efeito do tratamento i na repetição j ($i = 1, 2, 3, 4, e 5$);

e_{ij} = efeito do erro experimental associado a todas as observações que, por hipótese, têm distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição bromatológica da silagem aditivada com saccharina contendo diversas fontes de amido

A composição bromatológica das silagens encontram-se na Tabela 4. Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) para todas as variáveis estudadas quando foram utilizados os diferentes aditivos na produção da saccharina.

TABELA 4. Composição química das ensilagens com base na matéria seca

	TRATAMENTOS						Média	CV%
	SMI	SBD	SML	SSO	SRM	SCN		
PHO	6,68 C	7,11 E	6,54 A	6,51 A	6,78 D	6,58 B	6,70	0,25
PHS	3,92 B	3,93 B	3,94 B	3,90 B	3,99 C	3,82 A	3,92	0,52
MS	33,28 A	31,45 A	35,28 A	31,74 A	33,76 A	24,93 B	31,74	6,37
PB	11,09 A	9,07 AB	10,32 AB	10,90 AB	8,28 C	7,27 C	9,49	7,61
FDN	55,84 A	59,79 AB	58,20AB	61,47 B	61,47 B	75,49 C	62,09	3,29
FDA	44,92 AB	46,78 BC	44,37 AB	49,50 BC	40,25 A	51,38 C	46,20	4,75
CPT	7,89 C	7,06B C	4,75 AB	5,89 BC	5,32 AB	3,30 A	5,70	14,79
NNH₃	5,90 B	13,41 D	8,60 C	6,96 BC	14,05 D	2,67 A	8,60	9,81
N-Total	1,77 C	1,45 B	1,66 C	1,75 C	1,33 B	1,16 A	1,52	7,55

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. SMI - silagem + 20% de saccharina contendo mandioca integral; SBD - silagem + 20% de saccharina contendo batata-doce; SML - silagem + 20% de saccharina contendo milho; SSO - silagem + 20% de saccharina contendo sorgo; SRM - silagem + 20% de saccharina contendo raspa de mandioca; SCN - silagem 100% de capim-elefante.

Os teores observados apresentaram variações se comparados aos encontrados na literatura. Ávila (2002), estudando o perfil de fermentação de silagem de capim Tanzânia, encontrou valores superiores ao utilizar polpa cítrica, fubá de milho e farelo de trigo como aditivos, obtendo os seguintes teores para matéria seca de 27,5; 28,1 e 29,1, respectivamente. Estes resultados

estão de acordo com suas respectivas fontes de amido utilizadas como aditivo na ensilagem, uma vez que aumentaram o teor de matéria seca quando comparado com outros resultados.

Quanto ao pH do material original, o valor médio observado foi de 6,7 sendo o maior 7,1 para a sacharina aditivada com batata-doce e o menor 6,5 para saccharina aditivada com sorgo, valores esses semelhantes aos encontrados na literatura (Ávila, 2002). Woolford (1972) descreve que o valor crítico do pH para uma boa preservação é um parâmetro difícil de se estabelecer, cujo valor varia de acordo com o conteúdo de umidade da planta a ser ensilada, constatando que, ao trabalhar com material muito úmido, pode ocorrer maior atuação de bactérias indesejáveis em níveis de pH reduzido. Considerando-se os aspectos citados por esse autor, Macpherson & Violanti (1966) afirmaram que mais importante que o pH final, é a rapidez com que o pH é reduzido no material ensilado, o que pode justificar os resultados revelados neste trabalho, em que utilizou-se forragem com aproximadamente 60 a 70 dias. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) entre tratamentos da variável pH de silagem, com um valor percentual médio de 3,92%. O teor mais alto foi observado no tratamento que continha saccharina aditivada com raspa de mandioca integral, cujo valor foi 3,99%. O menor valor percentual de pH da silagem foi observado no tratamento sem aditivo, cujo valor foi 3,82%. Entretanto, todos os resultados estão na faixa adequada de uma boa silagem, com valores entre 3,8 e 4,2.

Os resultados dos teores de matéria seca das silagens encontram-se dentro do limite preconizado na literatura, como uma boa silagem, sendo que a adição da saccharina com suas respectivas fontes apresentaram comportamento diferenciado ($P < 0,05$), cujo teor médio da MS foi de 31,74%, sendo o maior valor observado no tratamento 5, constituído por saccharina aditivada com raspa de mandioca com média de 33,8% de MS. O menor teor foi observado no tratamento sem aditivo com valor de 24,9% de MS, justificando-se que essa

média de matéria seca está correlacionada com a idade de corte da forragem, que foi de 60 a 70 dias de rebrota, tendo o material original apresentado um teor de umidade de aproximadamente 75% a 80% no momento da ensilagem. Entretanto, não se caracterizou como um fator limitante para produção de silagem.

Gomide et al. (1969) estudaram teores de matéria seca de seis gramíneas tropicais, dentre elas o capim-elefante, por um período de 24 meses, tomando amostra a cada quatro semanas durante 36 semanas. Estes autores constataram aumento do teor da matéria seca em função da idade da forragem e, conseqüentemente, redução no teor de proteína bruta. Estes autores concluíram que o período ideal para utilização da forragem no processo de ensilagem é de aproximadamente 60 a 70 dias.

Quanto ao teor de proteína bruta, observou-se, para os tratamentos aditivados, um aumento nesses teores ($P < 0,05$), com percentual médio de 7,2% de PB. O maior valor foi observado no tratamento com silagem aditivada com sacarina contendo mandioca integral, cuja média foi 11,0% e o menor percentual foi de 7,2% de PB no tratamento não aditivado constituído com 100% de silagem de capim-elefante. Estes resultados apresentaram o mesmo comportamento da MS, que pode ser devido à qualidade inferior do amido em relação às demais fontes, e baixo teor protéico.

Kok (1942) descreve o farelo de raspa de mandioca como um pó esbranquiçado, que apresenta, em sua composição, partículas escuras constituídas pelas cascas e raízes. Em geral, a qualidade do farelo está relacionada à sua cor. Segundo este pesquisador, o farelo de raspa de mandioca apresenta a seguinte composição bromatológica: umidade 10,4%; proteína bruta 3,8%; amido 76,8% e cinzas 2,2%. Segundo Seerley (1972), as raízes de

mandioca apresentam entre 60% e 65% de água, sendo os teores de amido e proteína variáveis.

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) com base na matéria seca, observados nos respectivos tratamentos, apresentaram comportamento semelhante ($P < 0,05$) entre si. Tal fato justifica a utilização de uso de aditivo durante o processo de ensilagem, não só para evitar fermentação indesejável, mas também objetivando melhorar a qualidade da fibra, uma vez que houve aumento no teor da FDN e da FDA para o tratamento 6, constituído de 100% de capim-elefante sem aditivo, cujos percentuais da FDN e FDA foram 75,49% e 51,38%, respectivamente. O menor percentual da FDN foi observado no tratamento da silagem aditivada com saccharina contendo mandioca integral, cujo teor médio foi de 55,84% e o menor valor de FDA foi observado no tratamento da silagem aditivada com saccharina contendo raspa de mandioca, cujo valor foi de 40,25%. Estes resultados justificam a importância da adição da fonte de amido no efeito da diluição dos componentes fibrosos.

Estas observações foram semelhantes às encontradas por Rodriguez & Riveri (1998), quando estudaram a utilização da batata-doce na fermentação da cana-de-açúcar em estado sólido. Entretanto, foram inferiores quando comparadas com os resultados obtidos por Ferrari Jr. & Lavezzo (2001). Estudando a qualidade da silagem de capim-elefante emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca, estes autores observaram melhor comportamento da saccharina com mandioca integral como aditivo em silagem de capim-elefante.

Quanto à capacidade do poder tampão, as fontes de amido adicionadas à saccharina influenciaram significativamente ($P < 0,05$) sobre essa capacidade. O maior percentual foi observado no tratamento 1, constituído de silagem aditivada com 20% de saccharina contendo mandioca integral, cujo valor foi de 7,9% e o

menor percentual observado foi de 3,0%, verificado no tratamento constituído de 100% de silagem de capim-elefante sem aditivo.

Os resultados obtidos para o nitrogênio amoniacal $N-NH_3$ (% N total) mostraram valores considerados como bons indicadores de uma silagem de boa qualidade ($P < 0,05$). Observou-se aumento nos teores do nitrogênio amoniacal nos tratamentos aditivados, cujo teor médio foi de 8,60%, tendo o maior valor sido verificado no tratamento de silagem aditivada com saccharina contendo raspa de mandioca cujo valor percentual foi de 14,05%. Este resultado é justificado pela adição de uréia e sulfato de amônia durante a produção da saccharina. O menor teor foi observado no tratamento constituído de 100% de silagem de capim-elefante sem aditivo.

Observando-se os resultados encontrados, conclui-se que a adição de diferentes fontes de amido a saccharina elevam o poder tampão da forragem, porém, relatos de literatura descrevem que uma boa silagem deveria apresentar teores menor que 10% $N-NH_3$ (% N total). Segundo Mc Donald & Henderson (1981), o teor de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total é um parâmetro qualitativo da silagem, que caracteriza o perfil fermentativo ocorrido no processo de melhor qualidade. Benacchio (1965), classificando silagens em função do $N-NH_3$ (% N total), considera que valores inferiores a 10% caracterizam silagens de boa qualidade, 15% a 20% aceitável e acima de 20% insatisfatória.

A uréia, durante o processo de fermentação, pode ser transformada em amônia; como isso ocorre, os teores de $N-NH_3$ (%N total) das silagens aditivadas foram superiores e semelhantes, mostrando, assim, a maior participação da uréia proveniente da saccharina como fonte de nitrogênio amoniacal. Observa-se que ocorreu um processo de diluição, isto é, os valores de

nitrogênio amoniacal foram semelhantes, sendo o menor valor de $N-NH_3$ atribuído ao tratamento com maior valor de PB.

Por esta observação, pode-se questionar a classificação sugerida por Benacchio (1965), quando utilizou silagens acrescidas com uréia. Entretanto, isso não invalidou o valor nutritivo da ensilagem, pois não comprometeu sua composição bromatológica.

5 CONCLUSÕES

Considerando-se a influência do aditivo durante o processo de ensilagem do capim-elefante com teor próximo a 20% de matéria seca, aditivada com 69,6% de saccharina e produzida com 1,5% de uréia, 0,2% de sulfato de amônia e 0,5% de sal mineralizado sendo aditivada com 30,4% de mandioca integral, esta saccharina revelou-se constituída dos melhores teores de PH, MS, PB, FDN, FDA, CPT e N-NH₃ (% N total) em sua composição bromatológica quando comparada com as outras saccharinas. Este processo de produção de saccharina destaca-se como mais uma alternativa com o objetivo de melhorar a qualidade do seu valor nutritivo, utilizando uma relação 80:20 de silagem e saccharina, com base na matéria natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington, 1990. 1141p.

ÁVILA, C. L. da S. **Perfil de fermentação das silagens de capim-tanzânia com aditivos**. 2002. 83p. Tese (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BENACCHIO, S. Niveles de melaza en silo experimental de maiz criollo (Sorghum vulgare). **Agronomia Tropical**, v. 14, n.4, p 651-658, 1965.

ELIAS, A. et al. Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnologia de enriquecimiento proteico en la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (Saccharina). **Revista Cubana de Ciencia Agricola**, Havana, v.24, n.1, p.1-12, 1990.

FERRARI JR., E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.

GOMIDE, J. A. et al. Milho e sorgo em cultivos puros ou consorciados com soja, para produção de silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.16, n.4, p.308, 1969

KOK, E. A. O farelo de raspa de mandioca na alimentação dos animais. **Boletim de Industria Animal**, São Paulo, v.5, n.4, p.195-205, 1942.

MACPHERSON, H. T.; VIOLANTI, P. Ornithine, putrescine and cadaverine in farm silage. **Journal Science Food Agricultural**, v.17, n.3, p.124-127, 1966.

Mc DONALD P.; HENDERSON, A. R **The biochemistry of silage**. New York: J. Wiley, 1981. 207p.

OMETO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 425p.

PLAYNE, M.J.; Mc DONALD, P. The buffering constituents of herbage. **Journal of Food Science and Agriculture**, Barking, v.17, n.6, p.264-268, June 1966.

RODRIGUEZ, Z.; RIVERI, A. Estudios de utilización de boniato (Ipomea batata Lam) en la fermentación en estado sólido de la caña de azúcar. **Cuban Journal of Agricultural Science**, San José de las Lajas, Cuba, v.32, p.307, 1998.

SAS Institute. **SAS[®] user's guide: statistics**. 5.ed. Cary, 1985. 1290p.

SEERLEY, R. W; ROGERS, D. J.; OBIOHA, F. C. Biochemical properties and nutritive value of cassava. In: HENDERSHOTT, C. H. (Coord.). **A literature review and research recommendations on cassava (Manihot esculenta Crantz)**. Athenas: University of Georgia, 1972. p.99-130.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed.Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.

TOSI, H. **Ensilagem de gramíneas tropicais sob diferentes tratamentos**. 1973. 107p. Tese (Doutorado em Produção Animal)-Universidade do Estado de São Paulo, Botucatu.

VAN SOEST, P. J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

VILELA, D. Utilização do capim elefante na forma de forragem conservada. In: CARVALHO, M.M. et al. **Capim-elefante e produção**. Coronel Pacheco: [Embrapa], 1994, p.117-164.

WOOLFORD, M. K. Some aspects of the microbiology and biochemistry of silage making. **Herb. Abstr.**, Wallingford, v.42, n.2, p.105-111, 1972. Review Article

CAPÍTULO III

AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DE FERMENTAÇÃO DURANTE A PRODUÇÃO DA SACCHARINA COM DIFERENTES FONTES DE AMIDO

RESUMO

INÁCIO NÉTO, Antonio. Avaliação da dinâmica de fermentação durante a produção da Saccharina com diferentes fontes de amido. In: _____. **Avaliação da saccharina enriquecida com diferentes fontes de amido**. 2003. p.60-83. Cap.3.Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Lavras, MG, com o objetivo de avaliar a dinâmica de fermentação durante o processo de produção da saccharina aditivada com diferentes fontes de amido. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, constituído de 4 tratamentos e 7 tempos, com 2 repetições, totalizando 56 parcelas experimentais. Os tratamentos foram os seguintes: SCA - 100% de saccharina; SML - 71,5% de saccharina com 28,5% de milho, SSO - 68,2% de saccharina com 31,8% de sorgo e SMI - 68,5% de saccharina com 31,5% de milheto. As saccharinas foram produzidas com 1,5% de uréia, 0,2% de sulfato de amônia e 0,5% de sal mineralizado. Durante o período experimental, foram coletadas amostras de 12 em 12 horas para análise de pH, sendo estas amostras colocadas em estufa com circulação forçada a 65°C de temperatura para determinação posterior da MS PB, FDN, FDA e teor de amido. A significância estatística foi avaliada pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), pelo software estatístico SAS. Foram observados efeitos significativos ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Concluiu-se que, ao se adicionar fontes de amido à saccharina durante o processo de sua produção, será necessário um maior tempo de fermentação e, assim, melhor definir os indicativos bromatológicos. É importante a utilização de uma fonte de amido durante a produção da saccharina, pois este processo promove a diluição da fibra e melhora o teor de proteína bruta.

¹ Comitê de Orientação: Júlio César Teixeira - UFLA (Orientador), Fermino Derez Embrapa/CNPGL, Juan Ramon Olalquiaga Perez - UFLA, Antonio Ricardo Evangelista - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA.

ABSTRACT

INACIO NETO, Antonio. Evaluation of fermentation dynamics during saccharina production with different sources of starch. In: _____. **Evaluation of saccharina enriched with different sources of starch**. 2003. p.61-84. Cap.3. Thesis (Doctorate in Animal Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

The experiment was conducted in the Universidade Federal de Lavras – MG with a view to evaluating the fermentation dynamics during the process of saccharina production additivated with different sources of starch. The design utilized was the completely randomized made up of 4 treatments and 7 times with 2 replicates, amounting to 56 experimental plots. The treatments were the following: SCA – 100% of saccharina, SML – 71.5% of saccharina with 28.5% of corn, SSO – 68.2% of saccharina with 31.8% of sorghum and SMI – 68.5% of saccharina with 31.5% of millet. The saccharinas were produced with 1.5% of urea, 0.2% of ammonium sulfate and 0.5% of mineralized salt. During the experimental period, samples were collected every 12 hours for analysis of pH, these samples being placed in forced-circulation stoves, temperature of 65C for further determination of DM, pH, NDF, ADF and starch content. The statistical significance was evaluated by Tukey's test ($P < 0.05$) by the SAS statistical software. Significant effects among the treatments were observed. It follows that on adding sources of starch to saccharina during the process of its production, a greater fermentation time will be necessary and, thus to best define the chemical indicatives The use of a source of starch during saccharina production is important, for this process promotes the dilution of fiber and improves the content of crude protein.

¹ Guidance Committee: Júlio Cesar Teixeira - UFLA (Adviser), Fermino Deresz EMBRAPA /CNPGL, Juan Ramon Olalquiaga Perez - UFLA, Antonio Ricardo Evangelista - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma forrageira de destaque nas regiões tropicais e subtropicais de verões chuvosos, por causa do seu grande potencial para produção de energia por unidade de área.

A composição bromatológica caracteriza-se por baixos teores de proteína bruta e fibra de qualidade nutricionalmente baixa. Estas deficiências devem ser corrigidas, a fim de que se estabeleça uma fermentação ruminal estável, favorecendo a eficiência de crescimento microbiano e a maximização da digestibilidade da fibra (Leng, 1988). Devido à possibilidade de correção das limitações nutricionais desta forrageira, dificilmente a cana-de-açúcar picada “in natura” será substituída por outras formas de utilização, principalmente nas épocas secas do ano.

A quantidade de carboidratos fermentáveis encontrada na matéria seca da cana-de-açúcar permite que seu baixo teor protéico seja facilmente corrigido com a utilização de fontes de nitrogênio prontamente disponíveis no rúmen. Entre essas fontes, destaca-se o nitrogênio não-protéico da uréia, em função, principalmente, do seu baixo custo. A recomendação do uso da uréia em dietas com cana-de-açúcar corresponde a 10g de uréia para 1 kg de cana-de-açúcar inteira, de forma picada (Rodrigues et al., 1998).

Nenhuma cultura tem sido capaz de competir com a cana-de-açúcar em relação à produção de energia por unidade de área, nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Em vários países, quando utilizada como recursos forrageiros, aproveitando-se os colmos e as pontas, a cana-de-açúcar alcança facilmente índices de 10 - 20 toneladas de NDT por hectare, sem confronto com o milho e o sorgo.

Porém, apesar do seu excelente potencial forrageiro, há algumas restrições de uso como volumoso exclusivo na alimentação de bovinos, de raças leiteiras, com alta produção.

Na literatura, encontra-se nível de recomendação para suplementação segura com uréia de 40 a 50g para cada 100kg de peso vivo. Para animais que recebem uma dieta básica de cana-de-açúcar, dependendo do peso e do consumo do animal, esse nível é superado, pois a quantidade de uréia recomendada equivale a 1% da matéria original da cana-de-açúcar. Por exemplo, uma vaca de 600kg, ingerindo 2% do seu peso vivo em matéria seca de cana-de-açúcar suplementada com 1% de uréia (na matéria original), consumiria diariamente 400g de uréia, o que representa 67g de uréia por 100kg de peso vivo (Rodrigues et al., 1998).

Nos países do terceiro mundo, a escassez de fonte protéica para a produção animal é fator limitante e de grande importância. Os processos fermentativos permitem melhorar a composição química de alguns produtos agrícolas para obter novas opções para alimentação animal. Bons resultados se têm alcançado com aproveitamento de derivados da agroindústria, e o uso da cana-de-açúcar tem sido explorado na alimentação de ruminantes no Brasil, visando a um melhor aproveitamento desta cultura. Pesquisadores cubanos investigaram o uso da cana-de-açúcar integral sem palhas e sem pontas submetida a um processo de fermentação aeróbica, adicionando minerais e uréia, obtendo um alimento energético e protéico denominado saccharina.

A saccharina é um alimento com tecnologia desenvolvida inicialmente em Cuba, obtida a partir da autofermentação da cana-de-açúcar em estado sólido, enriquecida com uma fonte de nitrogênio não protéico, enxofre e sal mineralizado. Segundo Elias et al. (1990), neste processo deve-se considerar a composição da cana-de-açúcar que apresenta altos teores de carboidratos

solúveis e conteúdo celular, estando estes relacionados com a alta digestibilidade da matéria orgânica. A cana-de-açúcar apresenta ainda um baixo teor de proteína bruta, o que possibilita a utilização de uma fonte de nitrogênio não protéico (uréia), com o objetivo de favorecer a síntese de proteína microbiana. Entretanto, Elias et al. (1990) observaram que um alto teor de carboidratos solúveis na dieta dos animais inibe a celulase no rúmen, limitando, assim, o uso da cana-de-açúcar como fonte de energia para ruminantes.

O tempo decorrido entre o corte e o transporte da cana-de-açúcar provoca importantes mudanças morfo-fisiológicas que favorecem o crescimento microbiano, por meio do aumento da velocidade de crescimento e do tamanho das células (Elias et al., 1990). Valiño et al. (1992) avaliaram a dinâmica de crescimento da microbiota da cana-de-açúcar durante a produção de saccharina, coletando amostras de duas em duas horas, em um período de 24 horas. Estes autores verificaram incremento da densidade ótica com o tempo de fermentação e contagem máxima de leveduras e bactérias viáveis, às 12 e 24 horas pós-corte, respectivamente.

Dentre as espécies de bactérias identificadas na saccharina, as ureolíticas, como a *Acinetobacter calcoaceticus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus epidermidis* e *Proteus vulgaris*, exercem papel fundamental na hidrólise da uréia à amônia, que é importante para a síntese celular de algumas dessas espécies (Elias et al., 1990; Lezcano & Elias, 1992). Dentre as leveduras identificadas, Elias et al. (1990) evidenciaram a *Cândida maltosa* e *Cândida guillermoidi* como de maior freqüência durante a fermentação. Pesquisas desenvolvidas por Lezcano & Elias (1992), objetivando avaliar o efeito de três temperaturas e dois níveis de adição de uréia (30°, 33° e 37°C, 1,0% e 1,5%, respectivamente), verificaram melhores resultados nos teores de proteína verdadeira (5,6%) quando utilizaram 1,5% de uréia e temperaturas de 30 e 33°C.

A relação proteína verdadeira/proteína bruta foi de 39%, sendo esse percentual inferior aos 80% relatados por Elias et al. (1990).

Mediante o exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica de fermentação durante o processo de produção da saccharina aditivada com diferentes fontes de amido.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, no período entre fevereiro a abril de 2002. A cidade de Lavras está localizada na região sul do estado de Minas Gerais, a 918 metros de altitude, 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste de Greenwich. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo CWB (Ometo, 1981).

TABELA 5. Temperaturas máximas, médias, mínimas, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar durante o período do experimento

Período	T.máxima (° C)	T. mínima (° C)	T. média (° C)	Prec.Pluv. (mm)	U.R.A. (%)
Fev/2002	27,7	18,2	21,8	369,1	81,5
Mar/2002	29,7	18,1	22,4	122,0	75,6
Abr/2002	29,3	16,6	22,2	0,4	67,0

Fonte: Estação agrometeorológica da UFLA (2002).

3.2 Produção da sacarina

A sacarina foi obtida a partir da cana-de-açúcar sem palha e sem ponta, segundo as recomendações de Elias et al. (1990), com o grau Brix variando entre 14,6° a 22,2°. A cana-de-açúcar foi colhida e, após um repouso de 24 horas, foi picada e espalhada sobre uma área cimentada em camada de 10 a

15 cm, sendo adicionada a lancha na base da matéria natural, 1,5% de uréia, 0,5% de sal mineralizado, 0,2% de sulfato de amônia e respectivas fontes de amido.

TABELA 6. Níveis de garantia por kg de sal utilizado na produção das saccharinas (em gramas ou miligramas/kg de produto)

Composição do sal mineralizado	
Cálcio, g	50
Fósforo, g	25
Magnésio, g	2,75
Enxofre, g	6
Sódio, g	68
Cloro, g	105
Selênio, mg	2,25
Cobre, mg	100
Ferro, mg	70
Zinco, mg	1000
Manganês, mg	150
Iodo, mg	10
Cobalto, mg	8

A saccharina foi revolvida de duas em duas horas, por 72 horas (durante o dia), sendo amontoada no final do dia (protegida com uma lona) para evitar elevação do teor de umidade. Este processo foi realizado até o alimento atingir uma matéria seca entre 87% e 90%. Durante a produção da saccharina, foram coletadas amostras de 12 em 12 horas para monitoramento do pH e análise bromatológica.

Os parâmetros analisados foram: pH, matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e amido. A proteína bruta foi

analisada seguindo-se a metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemist-AOAC (1990), segundo Silva (2002).

Para determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foram utilizadas as metodologias propostas por Van Soest et al. (1991).

3.3 Tratamentos

Foram utilizados 4 tratamentos, 7 tempos e 2 repetições, formando 56 parcelas experimentais compreendidas nos seguintes tratamentos:

SCA - 100,0% de saccharina;

SML - 71,5% de saccharina + 28,5% fubá de milho;

SSO - 68,2% de saccharina + 31,8% de grão de sorgo moído;

SMI - 68,5% de saccharina + 31,5% de grão de milheto moído.

3.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4 x 7, sendo constituído de 4 tratamentos e 7 tempos, em 2 repetições, totalizando 56 parcelas experimentais. Os dados obtidos foram analisados utilizando-se o software estatístico (Statistical Analysis System - SAS, 1995).

As análises foram realizadas conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + T'_j + TT'_{ij} + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ij} = observação referente ao tratamento i no tempo j e na repetição k ;

μ = constante associada a todas as observações;

T_i = efeito do tratamento i ($i = 1, 2, 3$ e 4);

T'_j = efeito do tempo j ($j = 1, 2, \dots, 6$ e 7);

TT'_{ij} = efeito da interação tratamento i e tempo j ;

e_{ijk} = efeito do erro experimental associado a todas as observações que, por hipótese, tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação do pH durante a produção da saccharina com diferentes fontes de amido

Os resultados de pH encontram-se na Tabela 9. Observa-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$) para a interação tratamento e tempo de fermentação (Anexo A), e após 24 horas de fermentação, quando se utilizou o sorgo e milho (SSO e SMI) como fonte de amido, o pH foi inferior aos demais tratamentos. Relaciona-se a este fato, o uso da adição dos minerais, da uréia e da fonte de amido, exatamente 24 horas após sua colheita e, ainda, a utilização da cana-de-açúcar com um grau brix de 21,5 nos respectivos tratamentos.

O mesmo comportamento não ocorreu com os tratamentos contendo 100,0% de saccharina (SCA) e 71,5% de saccharina + 28,5% fubá de milho (SML), podendo estar relacionado com a colheita e a adição de minerais e uréia, ocorrida 52h. após a colheita, além de, neste momento, apresentarem um grau brix de 13,5. Este processo ocorreu porque, em função das chuvas, foi impossível o seu transporte até o local do experimento. Após o transporte, a cana-de-açúcar picada foi colocada dentro de uma casa de vegetação, onde permaneceu por mais 72 horas e, provavelmente, ocorreu a ação de enzimas invertases que degradam a sacarose em monossacarídeos, ou microrganismos presentes na matéria-prima que utilizam e transformam a sacarose, produzindo metabólitos como a dextrana.

TABELA 7. Valor médio de pH durante a produção da saccharina com diferentes fontes de amido em função do tempo

Tempo (horas)	Tratamentos				Média
	SCA	SML	SSO	SMI	
0	6,0 B	5,6 C	5,9 B	6,2 A	5,9
12	6,0 C	9,4 A	6,5 B	5,6 D	6,9
24	6,0 C	9,3 A	5,6 D	6,6 B	6,9
36	7,0 B	8,6 A	5,5 D	6,1 C	6,8
48	7,0 B	8,4 A	5,3 D	5,4 C	6,5
60	7,0 B	7,9 A	5,2 C	5,3 C	6,4
72	7,0 B	7,4 A	5,2 C	5,2 C	6,2
Média	6,6 B	8,1 A	5,6 D	5,8 C	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. SCA - 100% de saccharina; SML - 71,5% de saccharina com 28,5% de milho; SSO - 68,2% de saccharina com 31,8% de sorgo e SMI - 68,5% de saccharina com 31,5% de milho

Porém, em situações normais, estes microrganismos desenvolvem-se de forma rápida, conseqüentemente causando perda da sacarose, mas aumentando a acidez e abaixando o pH. Assim, em função deste acontecimento houve dificuldade para o abaixamento do pH pela ausência de leveduras, proveniente da fermentação e da inexistência de açúcares. Como descrito por Elias et al. (1990), os minerais e a uréia devem ser adicionados 24 horas após a colheita para induzir o abaixamento rápido do pH.

Os dados de fermentação em função do tempo mostram queda do pH nos tratamentos com 68,2% de saccharina + 31,8% de grão de sorgo moído (SSO) e 68,5% de saccharina + 31,5% de grão de milho moído (SMI), evidenciando, efeitos benéficos nestes dois tratamentos. Porém, o pH não pode ser considerado fator limitante na qualidade da saccharina, pois esses valores foram inferiores aos descritos por Rodriguez et al. (2001), quando trabalharam com dinâmica de fermentação da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e batata-doce (*Ipomea*

batata), com o objetivo de determinar variações no tempo dos indicadores químicos e fermentativos da mistura cana-de-açúcar e batata doce. Os valores de pH observados nos tempos foram: 0; 24; 48; 72; 96; 168 e 360 horas, com os respectivos teores de pH, 6,0; 4,6; 7,1; 7,9; 7,9; 6,5 e 6,9.

4.2 Matéria seca em função do tempo de fermentação

Observa-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$) entre os tratamentos em função do tempo (Anexo A). Verifica-se que, nos tratamentos onde foram utilizados fontes de amido como aditivo, os teores de matéria seca foram superiores em relação ao tratamento não aditivado. Para os tratamentos aditivados, os teores de matéria seca foram superiores nos tratamentos com 68,2% de saccharina + 31,8% de grão de sorgo moído (SSO) e 68,5% de saccharina + 31,5% de grão de milho moído (SMI), diferindo dos resultados encontrados por pesquisadores cubanos que avaliaram à saccharina até 360h. com uma concentração de aditivos (amido) de 50%, aproximadamente.

A redução da matéria seca observada no tratamento não aditivado está baseada na utilização dos carboidratos solúveis como fonte energética dos processos metabólicos. Entretanto não se descartam as perdas dos metabólitos intermediários que são voláteis à temperatura.

TABELA 8. Teor médio de matéria seca (%) durante a produção da saccharina com diversas fontes de amido em função do tempo

Tempo (horas)	Tratamentos				Média
	SCA	SML	SSO	SMI	
0	26,91 B	57,83 A	49,95 A	48,21 A	45,72
12	25,78 C	55,72 B	66,73 A	65,15 A	53,35
24	23,76 C	59,75 B	58,44 B	66,72 A	52,16
36	22,47 D	57,87 C	87,82 A	83,22 B	62,84
48	25,75 C	65,03 B	90,32 A	85,47 A	66,64
60	23,69 C	68,57 B	91,39 A	91,95 A	68,90
72	26,89 C	76,99 B	94,64 A	92,53 A	72,76
Média	25,03 C	63,11 B	77,04 A	76,18 A	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de SNK. SCA - 100% de saccharina, SML - 71,5% de saccharina com 28,5% de milho; SSO - 68,2% de saccharina com 31,8% de sorgo e SMI - 68,5% de saccharina com 31,5% de milho

O comportamento dos tratamentos em função dos tempos de fermentação pode ser observado na Figura 1. Observa-se, para o tratamento não aditivado, um acréscimo de 0,6% de matéria seca para cada unidade de dia de fermentação. Para os tratamentos aditivados SML, SSO e SMI, pode-se observar acréscimos não constantes, porém, todos apresentaram comportamentos diferenciados. Em geral, houve elevação nos teores de MS com o aumento do tempo de fermentação nos tratamentos aditivados, fundamentando-se esta elevação na presença de fontes de amido que são carboidratos mais complexos para degradação, necessitando de ação prévia de sistemas enzimáticos que degradam macromoléculas em açúcares simples para serem utilizados posteriormente.

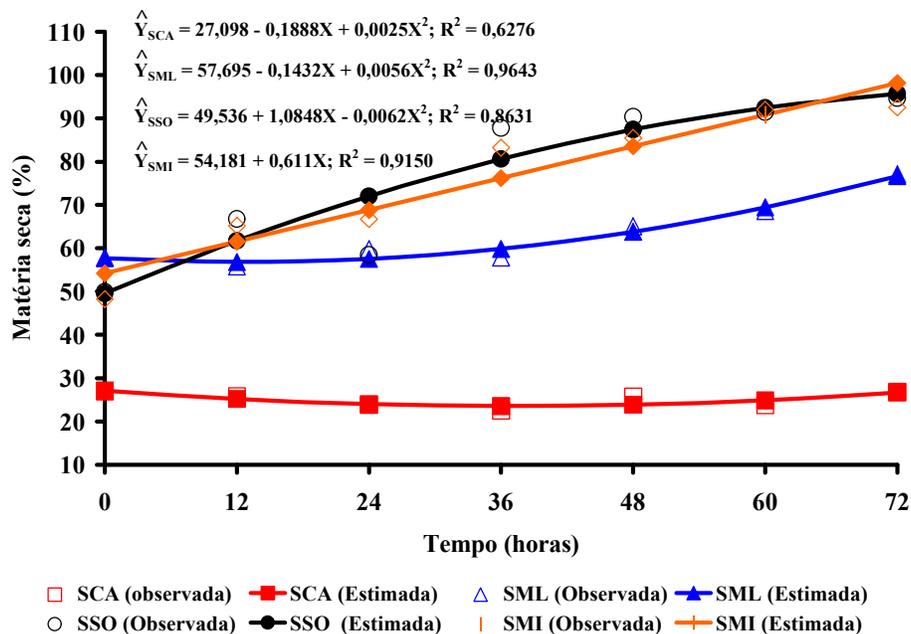


FIGURA 1. Efeito das fontes de amido sobre o teor de matéria seca em função do tempo

4.3 Proteína bruta em função do tempo de fermentação

Para o teor de proteína bruta, observa-se que não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para a interação tratamento e tempo de fermentação. Entretanto, houve efeito significativo ($P < 0,05$) entre tratamento (Anexo A). Verificou-se que, independente do tempo de fermentação, os tratamentos aditivados apresentaram maior teor de proteína bruta que o tratamento testemunha.

TABELA 9. Teor médio de proteína bruta (%) durante a produção da saccharina com diferentes fontes de amido em função do tempo

Tempo (horas)	Tratamentos				Média
	SCA	SCA	SSO	SMI	
0	12,58 A	13,03 A	15,21 A	14,19 A	13,75
12	10,46 A	13,72 A	14,23 A	13,77 A	13,04
24	11,06 A	15,00 A	14,04 A	14,78 A	13,72
36	10,12 A	14,11 A	14,99 A	14,66 A	13,47
48	11,10 A	14,60 A	15,34 A	15,27 A	14,08
60	10,72 A	14,45 A	15,01 A	14,96 A	13,67
72	11,26 A	14,49 A	14,95 A	16,84 A	14,38
Média	11,04 B	14,20 A	14,01 A	14,92 A	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. SCA - 100% de saccharina, SML - 71,5% de saccharina com 28,5% de milho; SSO - 68,2% de saccharina com 31,8% de sorgo e SMI - 68,5% de saccharina com 31,5% de milho

Resultados de pesquisas realizadas em Cuba, adicionando-se fontes de amido à saccharina, demonstraram que a síntese protéica necessita incorporar o nitrogênio amoniacal para formação de grupos aminos. Isto ocorre de forma mais lenta que a hidrólise da uréia (Allison, 1970) e, por esta razão, há excesso deste metabólito. O incremento da proteína bruta deve estar relacionado com o desenvolvimento da microflora, pois, além de leveduras, deve ocorrer a implantação de outros grupos microbianos.

4.4 Fibra em detergente neutro

Observa-se que não houve interação entre tratamentos e tempo de fermentação; entretanto, houve efeito significativo entre tratamentos ($P < 0,05$). Verifica-se um efeito da diluição da fibra em função da adição do amido. Porém,

em termos quantitativos, observa-se que os teores de FDN no tratamento constituído de 100,0% de saccharina (SCA) foram superiores aos tratamentos com 71,5% de saccharina + 28,5% fubá de milho (SML); 68,2% de saccharina + 31,8% de grão de sorgo moído (SSO) e 68,5% de saccharina + 31,5% de grão de milho moído (SMI).

TABELA 10. Teor médio de fibra em detergente neutro (%) durante a produção da saccharina com diversas fontes de amido em função do tempo

Tempo (horas)	Tratamentos				Média
	SCA	SML	SSO	SMI	
0	60,43 A	54,48 A	55,39 A	53,56 A	56,46
12	58,55 A	52,08 A	55,09 A	54,88 A	55,40
24	58,01 A	49,90 A	56,79 A	53,34 A	55,01
36	58,22 A	57,10 A	56,02 A	55,92 A	57,06
48	54,05 A	56,13 A	56,43 A	55,60 A	55,55
60	58,57 A	52,49 A	55,44 A	58,37 A	57,21
72	56,74 A	52,70 A	56,59 A	53,75 A	54,94
Média	57,79 A	53,55 B	55,96 B	55,06 B	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. SCA – 100% de saccharina, SML – 71,5% de saccharina com 28,5% de milho, SSO – 68,2% de saccharina com 31,8% de sorgo e SMI - 68,5% de saccharina com 31,5% de milho

4.5 Percentual da fibra em detergente ácido em função do tempo de fermentação

Para a fibra em detergente ácido (FDA), observou-se o mesmo comportamento ocorrido com o teor de FDN, ou seja, não foi verificada interação entre tratamentos e tempo de fermentação; entretanto, houve efeito significativo entre os tratamentos ($P < 0,05$). Ocorreu ainda uma semelhança com o teor de FDN, quanto ao processo de diluição da fibra em função da adição

do amido, evidenciando um maior percentual quantitativo no teor da FDA para o tratamento sem aditivo.

TABELA 11. Teor médio de fibra em detergente ácido (%) durante a produção da saccharina com diferentes fontes de amido em função do tempo

Tempo (horas)	Tratamentos				Média
	SCA	SCA	SSO	SMI	
0	39,04 A	38,93 A	35,62 A	36,61 A	37,55
12	40,10 A	35,00 A	39,58 A	37,34 A	38,01
24	40,56 A	38,67 A	35,33 A	33,57 A	37,03
36	38,75 A	38,94 A	36,07 A	36,03 A	37,45
48	38,57 A	41,06 A	36,32 A	36,53 A	38,12
60	36,62 A	38,54 A	37,98 A	38,56 A	37,92
72	38,80 A	38,49 A	34,67 A	39,61 A	37,89
Média	38,92 A	38,52 B	36,51 B	36,89 B	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de SNK. SCA - 100% de saccharina, SML - 71,5% de saccharina com 28,5% de milho, SSO - 68,2% de saccharina com 31,8% de sorgo e SMI - 68,5% de saccharina com 31,5% de milho

4.6 Teor do amido em função do tempo de fermentação

Verifica-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$) para a interação tratamento e tempo de fermentação (Anexo A). Os valores médios do amido nos diferentes tempos 0; 12; 24; 36; 48; 60 e 72 horas de fermentação e tratamentos foram: SCA - 3,67%; SML - 32,87%; SSO - 31,07% e SMI - 29,33% respectivamente. O maior e o menor percentual foram observados nos tratamentos contendo 71,5% de saccharina com 28,5% de milho (SML) sendo de 40,1% e naquele contendo 100% de saccharina (SCA) que foi de 2,9%. O teor

de amido nos tratamentos aditivados aumentou em função da desidratação da cana-de-açúcar, ou seja, do desaparecimento da sacarose, evidenciando, assim, a influência da presença do amido (Tabela 12).

TABELA 12. Teor médio de amido (%) durante a produção da sacarina com diferentes fontes em função do tempo

Tempo (horas)	Tratamentos				Média
	SCA	SML	SSO	SMI	
0	2,95 D	28,03 A	17,42 C	21,51 B	17,47
12	3,10 C	29,12 A	24,23 B	28,05 A	21,12
24	3,38 B	25,97 A	22,33 A	26,11 A	19,45
36	2,90 D	34,45 B	37,14 A	32,78 C	26,82
48	3,56 C	34,69 B	38,85 A	33,02 B	27,53
60	4,25 C	37,70 A	38,66 A	31,24 B	27,96
72	5,53 C	40,12 A	38,87 A	32,63 B	29,29
Média	3,67 D	32,87 A	31,07 B	29,33 C	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. SCA - 100% de sacarina; SML - 71,5% de sacarina com 28,5% de milho; SSO - 68,2% de sacarina com 31,8% de sorgo e SMI - 68,5% de sacarina com 31,5% de milho

O estudo do comportamento do teor de amido em função dos tempos de fermentação apresentou-se de forma diferenciada, podendo-se observar, para a sacarina aditivada com 28,5% de milho, um efeito linear, com acréscimo de 0,19 unidades percentuais de amido para cada hora de fermentação. O comportamento dos demais tratamentos apresentou um efeito de forma quadrática, com evidentes diferenças entre os mesmos. Os tratamentos SSO, SMI e SML apresentaram teores de amido superiores ao tratamento SCA, o que era esperado, uma vez que a cana-de-açúcar é deficiente em amido.

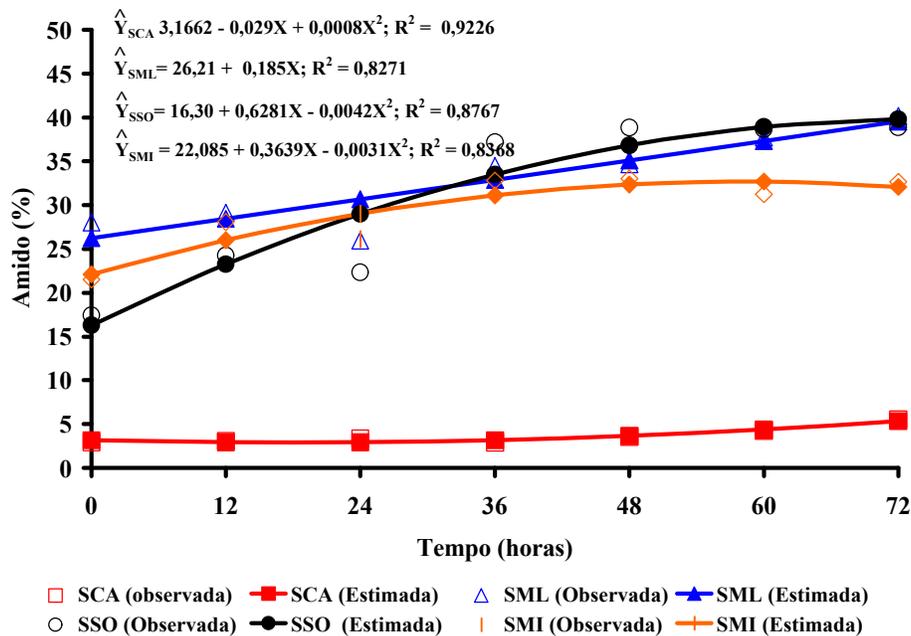


FIGURA 2. Efeito da presença do amido em função do tempo de fermentação

Observando-se a Figura 2, verifica-se que, com o aumento do tempo de fermentação, tornou-se evidenciada a presença de um maior teor de amido, explicado pela desidratação da cana-de-açúcar. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Rodrigues et al. (2001), quando trabalharam com a inclusão de batata-doce durante o processo de fermentação da cana-de-açúcar em estado sólido, utilizando níveis de 0,0%; 0,25%; 0,50% e 0,75%.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que, ao se adicionar fontes de amido à saccharina durante sua produção, com o objetivo de estudar dinâmica de fermentação, será necessário um tempo maior de fermentação em função dos resultados obtidos neste trabalho e assim, melhor definir os indicativos bromatológicos.

É importante a utilização de uma fonte de amido durante a produção da saccharina, pois este processo promove a diluição da fibra e melhora o teor de proteína bruta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington, 1990. 1141p.

ALLISON, M. J. Nitrogen metabolism of ruminal microorganism. In: _____. **Physiology of digestion and metabolism in the ruminant**. [S.l.]: At. Phillipson, 1970. 461p.

ELIAS, A. I. et al. Review on the development of a protein sugar cane enrichment technology through solid state fermentation (saccharine). **Cuban Journal of Agricultural Science**, Havana, v.24, n.1, p.1-12, 1990.

LENG, R.A. Limitaciones metabólicas en la utilización de la caña de azúcar y sus derivados para el crecimiento e producción de leche en ruminantes. In: PRESTON, T.R.; ROSALES, M. **Sistemas intensivos para la producción animal y de energía renovable con recursos tropicales**. Cali: CIPAV, 1988. p. 1-24.

LEZCANO, O.; ELIAS, A. Efeito de la temperatura y la urea en la fermentación de la caña de azúcar para producir saccharina. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v.26, n.3, p.291-293, 1992.

OMETO, J. C. **Bioclimatología vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 425p.

RODRIGUES, A. de A.; CRUZ, G.M. da; ESTEVES, S. Potencial e limitações de dietas a base de cana-de açúcar para recria de novilhas e vacas em lactação. São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, 1998. 27p. (Circular Técnica, 16).

RODRIGUEZ, Z. E. A. RIVERI, Estudios de utilización de boniato (Ipomea batata Lam) en la fermentación en estado sólido de la caña de azúcar. **Cuban Journal of Agricultural Science**, San José de las Lajas, Cuba, v.32, p.307, 1998.

RODRIGUEZ, Z. et al. Dinámica de fermentación de mezclas de caña (saccharum officinarum) y boniato (ipomea batata). **Cuban Journal of Agricultural Science**, San José de las Lajas, Cuba, Tomo.35, n.2, p.147-151, 2001.

SAS Institute. **SAS[®] user's guide: statistics**. 5.ed. Cary, 1995. 1290p.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.

VALIÑO, E. et al. Dinâmica de crescimento de la microbiota de la caña de azúcar durante la obtencion de la sacharina. **Revista Cubana Ciencia Agrícola**, v.26, n.3, p.297-303, 1992.

VAN SOEST, P. J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysacharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

CAPÍTULO IV

AVALIAÇÃO DA DIGESTIBILIDADE EM NOVILHOS MESTIÇOS COM DIETA TOTAL DE SACCHARINA CONTENDO DIFERENTES FONTES DE AMIDO

RESUMO

INÁCIO NÉTO, Antonio. Avaliação da digestibilidade em novilhos mestiços com dieta total de saccharina contendo diferentes fontes de amido. In: _____. **Avaliação da saccharina enriquecida com diferentes fontes de amido**. 2003. p.84-107. Cap.4. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Lavras, MG, com o objetivo de avaliar o consumo de matéria seca, o coeficiente de digestibilidade e a excreção de Cr_2O_3 em novilhos mestiços, utilizando dieta total à base de saccharina e a adição de diferentes fontes de amido. Foram utilizados oito animais, machos, castrados, com peso médio de aproximadamente 280 kg de peso vivo. O experimento teve duração de 64 dias, divididos em 4 períodos de 16 dias e distribuídos em dois quadrados latinos 4x4. Os novilhos foram alojados em baias individuais com disponibilidade de água e sal mineral, recebendo 10 g de Cr_2O_3 diariamente, da seguinte forma: 5g pela manhã e 5g no período da tarde, durante todo o período experimental. Em cada período, após 12 dias de adaptação as dietas, seguiu-se uma etapa de 4 dias de coleta, com intervalos alternados de 1 hora. As dietas fornecidas foram distribuídas em quatro tratamentos com as respectivas fontes de amido (milho, sorgo e milheto), sendo eles os seguintes: SCA - saccharina sem aditivo, SML - 71,5% de saccharina com 28,5% de fubá de milho; SSO - 68,2% de saccharina com 31,8% de sorgo moído e SMT - 68,5% de saccharina com 31,5% de milheto moído. Durante o período experimental foram coletadas amostras e colocadas em estufa com circulação forçada a 65°C de temperatura para determinação da matéria seca e posterior análise de PB, FDN, FDA, amido e Cr_2O_3 . A significância estatística foi avaliada por meio do teste de Tukey ($P < 0,05$) pelo software estatístico SAS. Não foram observados efeitos significativos ($P > 0,05$) entre os tratamentos em sua composição bromatológica; entretanto, quanto ao consumo, concluiu-se que, ao se adicionar diferentes fontes de amido durante a produção da saccharina, ocorre maior incremento na ingestão das dietas. Observando-se os resultados dos coeficientes de digestibilidade, concluiu-se que, independente da fonte de amido utilizada, estes coeficientes apresentaram o mesmo comportamento. Com relação ao óxido crômio, a maior excreção observada foi para a saccharina não aditivada, possivelmente devido à mistura

¹ Comitê de Orientação: Júlio César Teixeira - UFLA (Orientador), Fermino Deresz Embrapa/CNPGL, Juan Ramon Olalquiaga Perez - UFLA, Antonio Ricardo Evangelista - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA.

incompleta com a digesta ruminal e da passagem rápida pelo rúmen em função do material fibroso.

ABSTRACT

INÁCIO NETO, Antonio. Evaluation of digestibility in crossbred steers on a total diet of saccharina containing different sources of starch. In: _____. **Evaluation of saccharina enriched with different sources of starch.** 2003. p.85 -108. Cap.4. Thesis (Doctorate in Animal Science) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

The experiment was conducted in the Universidade Federal de Lavras – MG, with the objective of evaluating dry matter content, digestibility coefficient and the excretion of Cr₂O₃ in crossbred steers by utilizing total diet based upon saccharina and the addition of different sources of starch. Eight castrated males with an average weight of about 280 kg of liveweight were utilized. The experiment lasted 64 days, divided into 4 periods of 16 days and allocated to two 4 x 4 Latin squares, the steers were housed in individual pens with availability of mineral salt, water, the steers were given Cr₂O₃ daily, 5 g in the morning and 5 g in the afternoon throughout the experimental period. In each period after 12 days' adaptation to the diets, a 4-day stage of collection with alternate intervals of 1 hour followed. The diets fed were allocated to four treatments with the respective sources of starch (corn, sorghum, millet), these being the following: SCA – Saccharina without an additive, SMI – 71.5% of Saccharina with 28.5% of corn, SSO- 68.2% of Saccharina with 31.8% of sorghum and SMT – 68.5% of Saccharina with 31.5% of ground millet. During the experimental period, samples were collected and placed into a forced circulation stove at 65°C of temperature for determination of dry matter and further analysis of CP, NDF, ADF, starch and Cr₂O₃. The statistical significance was evaluated by the means of Tukey's test (P<0.05) by the SAS statistical software. No significant effects (P<0.05) were observed among the treatments in its chemical composition, nevertheless, as to consumption, it follows that, on adding different sources of starch during saccharina production, a greater increase in diet intake takes place. By observing the results of digestibility coefficients, it is concluded that, regardless of the source of starch, these coefficients showed the same behavior. As regards chromium oxide, the largest excretion observed was for non-additivated saccharina, possibly due to the incomplete mixture with the ruminal digesta and of the fast passage through the rumen as related with fibrous material.

¹ Guidance Committee: Júlio Cesar Teixeira - UFLA (Adviser), Fermino Deresz EMBRAPA/CNPGL, Juan Ramon Olalquiaga Perez - UFLA, Antonio Ricardo Evangelista - UFLA, Joel Augusto Muniz - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Os animais domésticos competem com a população humana no consumo de alimentos, principalmente no que diz respeito aos cereais que possuem alto valor energético. Estes produtos devem continuar sendo empregados para o consumo humano e, como alternativa, os animais podem utilizar outros alimentos que não sirvam de concorrência para a espécie humana, desde que não afetem o seu desempenho produtivo.

O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores de cana-de-açúcar, que vem sendo usada pelos produtores como fonte volumosa durante a época seca do ano. Esta forrageira possui propriedades interessantes na sua utilização como alimento, pelo seu alto teor energético e capacidade de manutenção da sua qualidade por longo período. A cana-de-açúcar brasileira é uma das melhores para a alimentação animal e a que reúne os maiores teores de açúcares. Entretanto, diante das características desejáveis apresentadas por esta forrageira existem limitações, tais como: baixo teor de proteína, amido e de alguns minerais como P e Co, resultando em consumo e desempenho animal não satisfatórios, o que restringe seu uso como dieta exclusiva para os ruminantes.

As fermentações microbianas cuja função em processos domésticos é muito antiga, representam proporção importante dos processos biotecnológicos da utilização de microrganismos, cujo metabolismo e capacidade de biosíntese estão ligados a determinadas produções de alimentos alternativos. Estes processos fermentativos permitem melhorar a composição química de alguns produtos agrícolas para obter novas opções para alimentação animal.

Nos países de terceiro mundo, a escassez de fontes protéicas para produção animal é um fator limitante e de grande importância. Com o propósito de melhor aproveitar a cana-de-açúcar, pela sua grande disponibilidade no país,

o Instituto de Ciência Animal (ICA) em Havana, Cuba, desenvolveu uma tecnologia de enriquecimento protéico da cana-de-açúcar mediante à fermentação em estado sólido, obtendo, assim, um alimento considerado como protéico e energético denominado saccharina para uso em animais domésticos. Este alimento pode constituir-se em uma grande alternativa para regiões semi-áridas de países tropicais, visando amenizar os danos causados aos animais pela falta de alimentos durante a época seca do ano.

A saccharina é um alimento produzido a partir da cana-de-açúcar e tem sido objeto de vários estudos (Elias et al. 1990; Marrero 1992; Lezcano 1994; Almeida 1997; Oliveira 1998; Inácio Néto, 1999, etc). Na Universidade Federal de Lavras, vários trabalhos foram conduzidos mostrando a importância da sua utilização na alimentação animal, tendo sido detectadas algumas limitações durante o seu fornecimento. Isto indica a necessidade de se aprofundarem as investigações, a fim de permitir recomendações mais seguras quanto ao seu emprego, principalmente quando se quer recomendar o seu uso associado à silagem de capim-elefante.

Diante do exposto, o trabalho teve por objetivo avaliar o consumo de matéria seca, o coeficiente de digestibilidade e a excreção de Cr_2O_3 em novilhos mestiços utilizando dieta total à base de saccharina e a adição de diferentes fontes de amido.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização, animais e instalações

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, no período de fevereiro de 2002 a junho de 2002. Foram utilizados oito bovinos machos, mestiços, com aproximadamente 24 meses de idade pesando aproximadamente 280kg de peso vivo. Os animais foram distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4 e alojados em baias individuais contendo cochos para alimentação, sal e bebedouro.

O experimento foi constituído de 4 períodos, com duração de 16 dias, sendo 12 dias de adaptação e 4 para coleta de fezes, totalizando 64 dias.

Os animais durante todo o período experimental receberam diariamente 10 gramas de Cr_2O_3 (óxido crômico), sendo administrado por via oral, duas vezes ao dia, sendo 5g pela manhã e 5g no período da tarde.

As coletas foram realizadas em intervalos de 1 hora, em dias alternados, durante 24h de excreção do óxido crômico nas fezes. As dietas fornecidas eram pesadas e da sua sobra, além de pesadas, eram retiradas amostras para posterior análise. Das fezes dos animais eram coletadas amostras e realizadas pesagens para determinação da matéria seca que foi feita em estufas de circulação forçada com temperatura de aproximadamente 65°C, para posterior análise de sua composição bromatológica.

TABELA 13. Temperaturas máximas, médias, mínimas, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar durante o período experimental

Período	T. máxima (° C)	T. mínima (° C)	T. média (° C)	Prec.Pluv. (mm)	U.R.A. (%)
Fev/2002	27,72	18,28	21,84	369,10	81,59
Mar/2002	29,71	18,11	22,48	122,00	75,67
Abr/2002	29,34	16,60	22,20	0,40	67,05
Mai/2002	26,73	14,85	19,56	17,50	72,13
Jun/2002	26,45	12,89	18,65	0,00	64,97

Fonte: Estação Agrometeorológica da UFLA (2002)

4.2 Produção da saccharina

A saccharina foi obtida a partir da cana-de-açúcar sem palha e sem ponta, segundo as recomendações de Elias et al. (1990), com o grau Brix variando de 14,2° - 22,5°. A cana-de-açúcar foi colhida e, após um repouso de 24 horas foi picada e espalhada sobre uma área cimentada em camada de 10 a 15 cm, sendo adicionado a lanço na base da matéria natural, 1,5% de uréia, 0,5% de sal mineralizado, 0,2% de sulfato de amônia e respectivas fontes de amido, com o objetivo de obter uma saccharina com o mesmo teor de amido da silagem de milho.

A saccharina foi revolvida de duas em duas horas por 72h (durante o dia), sendo amontoada no final do dia (protegida com uma lona) para evitar elevação do teor de umidade. Esse processo foi realizado até o alimento atingir um teor de matéria seca entre 87% e 90%. Durante a produção da saccharina, foram coletadas amostras de 12 em 12h para monitoramento do pH, com o objetivo de avaliar o perfil de fermentação e, posteriormente, as análises bromatológicas.

TABELA 14. Níveis de garantia por kg de sal utilizado na produção das saccharinas (em gramas ou miligramas/kg de produto)

Composição do sal mineralizado	
Cálcio, g	50
Fósforo, g	25
Magnésio, g	2,75
Enxofre, g	6
Sódio, g	68
Cloro, g	105
Selênio, mg	2,25
Cobre, mg	100
Ferro, mg	70
Zinco, mg	1000
Manganês, mg	150
Iodo, mg	10
Cobalto, mg	8

4.3 Tratamentos

As dietas fornecidas foram distribuídas em quatro tratamentos, com as respectivas fontes de amido (milho, sorgo e milho), nas seguintes proporções:

SCA - 100,0% de saccharina;

SML - 71,5% de saccharina + 28,5% fubá de milho;

SSO - 68,2% de saccharina + 31,8% de grão de sorgo moído;

SMT- 68,5% de saccharina + 31,5% de grão de milho moído.

Foram coletadas amostras da saccharina durante o processo de produção, após sua confecção e no momento do fornecimento ao animal, para posterior análise bromatológica. Os parâmetros avaliados foram os seguintes: MS, PB, FDN, FDA, pH e consumo da MS, PB, FDN e FDA. Outras variáveis analisadas foram a determinação de óxido crômico, CDMS, CDPB, CDFDN e CDFDA. A proteína bruta foi determinada seguindo a metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemist-AOAC (1990), segundo Silva (2002). Para determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foram utilizadas as metodologias propostas por Van Soest et al. (1991). O Cr_2O_3 foi determinado segundo Silva (2002).

4.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foram dois quadrados latinos 4 x 4 (4 animais e quatro períodos), constituídos de oitos bovinos que foram distribuídos nos dois quadrados latinos de forma aleatória, em quatro períodos de 15 dias, sendo quatro dias de coleta e 12 para adaptação as dietas, totalizando 64 dias de experimento.

Os dados obtidos foram analisados utilizando-se o software estatístico Statistical Analysis System – (SAS, 1995).

As análises foram realizadas conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + Q_j + A(Q)_{kj} + P(Q)_{lk} + QT_{ij} + e_{ijkl}$$

Em que:

Y_{ijkl} = observação referente ao tratamento i no período j , no quadrado k ;

μ = constante associada a todas as observações;

T_i = efeito do tratamento i ($i = 1, 2, 3, 4, e 5$);

Q_j = efeito do quadrado latino j ($j = 1 e 2$);

$A(Q)_{kj}$ = efeito do animal dentro de quadrado latino;

$P(Q)_{lk}$ = efeito do período dentro de quadrado latino;

QT_{ij} = efeito da interação quadrado e tratamento;

e_{ijkl} = efeito do erro experimental associado a todas as observações que, por hipótese, têm distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição química

Os resultados de MS, PB, FDN e FDA nos diferentes tratamentos estão apresentados na Tabela 15. Observa-se que não houve efeito significativo ($P > 0,05$) entre tratamentos para nenhuma das variáveis analisadas.

TABELA 15. Composição química da saccharina e saccharina suplementada com diferentes fontes de amido no tempo

Composição	Tratamentos				CV (%)
	SCA	SML	SSO	SMT	
MS	92,66 A	92,14 A	92,15 A	92,24 A	1,05
PB	11,27 A	13,35 A	13,20 A	13,26 A	11,01
FDN	57,76 A	55,14 A	54,46 A	53,80 A	3,12
FDA	38,14 A	36,03 A	36,26 A	36,34 A	2,84

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. SCA - 100% de saccharina, SML - 71,5% de saccharina com 28,5% de milho; SSO - 68,2% de saccharina com 31,8% de sorgo e SMT - 68,5% de saccharina com 31,5% de milho.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Elias & Lezcano (1994), quando trabalharam com a inclusão de 30% de milho durante a produção de saccharina. Também estão de acordo com os encontrados por Rodriguez & Riveri (1998) quando estudaram a utilização de batata-doce na fermentação da cana-de-açúcar, utilizando níveis de 0,25%, 0,50% e 0,75% durante o processo de fermentação. Estes autores sugerem que, ao se aditivar com fontes de amido a saccharina, é necessário um tempo de fermentação superior a 72h para que ocorra uma maior síntese protéica.

5.2 Avaliação do consumo e digestibilidade

As médias de consumo de MS, PB, FDN e FDA expressas em gramas por dia (g dia⁻¹), peso metabólico (g MS kg⁻¹ PV^{0,75}) e porcentagem de peso vivo (% PV), encontram-se na Tabela 16. Observa-se que não houve efeito significativo ($P>0,05$) para o teor de MS (% PV) e para o de FDA (g dia⁻¹; g FDA kg⁻¹ PV^{0,75}; % PV dia⁻¹). As demais variáveis apresentaram efeito significativo ($P<0,05$) em relação aos tratamentos (Tabela 16).

Verifica-se que o estudo do comportamento dos coeficientes de digestibilidade da MS, PB, FDN e FDA não apresentaram efeito significativo ($P>0,05$) entre os tratamentos e as diferentes fontes de amido (Tabela 16).

TABELA 16. Consumo de MS, PB, FDN e FDA expressos em gramas por dia, peso metabólico e percentagem de peso vivo, relação consumo de MS e coeficientes de digestibilidade (%) em função dos tratamentos

Consumo	Tratamentos				CV(%)
	SCA	SML	SSO	SMT	
MS, g/dia	3912,8B	5370,4AB	6758,4A	5537,1A	18,8
MS, g MS.kg ⁻¹ PV ^{0,75}	58,986B	81,196AB	102,0A	83,4 ^A	19,2
MS,%PV/dia	1,846A	2,010A	2,525A	2,065A	37,9
PB, g/dia	472,89B	744,93AB	903,15A	745,68A	27,8
PB, g PB.kg ⁻¹ PV ^{0,75}	7,123B	11,223AB	13,649A	11,230 ^{AB}	28,3
PB, %PV/dia	0,176B	0,276AB	0,336A	0,276 ^{AB}	28,6
FDN, g/dia	2321,5B	2921,4AB	3728,7A	3028 ^{AB}	18,9
FDN g FDN.kg ⁻¹ PV ^{0,75}	34,97B	44,10AB	56,37A	45,70 ^{AB}	19,1
FDN, %PV/dia	0,865B	1,0925AB	1,3950A	1,130 ^{AB}	19,2
FDA, g/dia	834,5A	706,7A	899,3A	779,9A	40,5
FDA, g FDA.kg ⁻¹ PV ^{0,75}	12,31A	10,75A	13,62A	11,82A	39,1
FDA,%PV/dia	0,302A	0,267A	0,337A	0,291A	38,8
Relação do consumo da MS (g/dia) em função do aditivo¹					
Cana	3912,8 (100%)	3839,84 (71,5%)	4609,23 (68,2%)	3792,91 (68,5%)	-
Amido	-	1530,56 (28,5%)	2149,17 (31,8%)	1744,19 (31,5%)	-
Coefficiente de digestibilidade (%) da MS, PB, FDN e FDA²					
CDMS	70,12A	73,01A	69,59A	64,65A	16,2
CDPB	71,35A	76,94A	73,08A	68,20A	14,3
CDFDN	66,81A	70,49A	65,84A	59,11A	19,3
CDFDA	64,57A	66,71A	63,19A	57,28A	21,7

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. SCA - 100% de saccharina, SML - 71,5% de saccharina com 28,5% de milho; SSO - 68,2% de saccharina com 31,8% de sorgo e SMT - 68,5% de saccharina com 31,5% de milheto

¹ Participação como aditivo: milho - 28,5%; sorgo - 31,8% e milheto - 31,5%.

² Coeficiente de digestibilidade da MS, PB, FDN e FDA.

De maneira geral, observa-se uma superioridade nos tratamentos aditivados com fontes de amido em relação ao tratamento não aditivado. Na variável percentagem de matéria seca por peso vivo ao dia (MS,%PV/dia), pode-se verificar uma superioridade na percentagem de peso vivo por dia nos tratamentos que foram aditivados em relação ao tratamento testemunha (SCA). Esta observação pode ser explicada, provavelmente, por uma menor atividade digestiva, com o aumento da participação da sacarose na dieta sem aditivo. Outra explicação seria a baixa degradação da fibra da cana-de-açúcar no rúmen, conforme sugerem Orskov & Hovell (1978) e Pereira et al. (1996), causando acúmulo de fibra não digerível neste compartimento, limitando, assim, o consumo pelo enchimento.

Entretanto, Demarchi et al. (1992) e Delgado et al. (1992), desenvolvendo trabalhos com vacas, não encontraram diferenças no consumo da matéria seca em dietas à base de saccharina. Estas observações podem ser explicadas pelos menores níveis de inclusão de saccharina em suas dietas.

Teixeira (1996) descreve que a quantidade de alimento ingerido *ad libitum*, durante determinado período de tempo, é a definição mais clássica para consumo voluntário, estando diretamente relacionado com o peso vivo do animal. Por outro lado, Bull et al. (1976) afirmam que a distensão do retículo-rúmen parece ser o sinal para a saciedade, controlando assim o consumo, principalmente naquelas dietas em que o nível de FDN é elevado. Neste caso, o animal diminui a ingestão alimentar, em razão da limitação física do retículo-rúmen e, dessa forma, não expressa o seu potencial para a produção, uma vez que os requerimentos de nutrientes podem não ser atendidos.

A regulação do consumo de alimento pelos animais é um processo complexo que se realiza por meios fisiológicos e físicos. As limitações físicas do trato gastrointestinal causam diminuição no consumo de matéria seca,

principalmente quando os animais estão sendo alimentados com um volumoso de baixa qualidade, enquanto o nível de energia no rúmen limita o consumo da matéria seca em rações de alta qualidade, associado a outros fatores (Church, 1993).

Mertens (1994) descreve que a ingestão de matéria seca é controlada por fatores físicos, fisiológicos e psicogênicos. O mecanismo físico refere-se à distensão do rúmen-retículo; o fisiológico é regulado pelo balanço energético e a regulação psicogênica envolve a resposta do comportamento animal, diante de fatores inibidores ou estimuladores do alimento e do manejo alimentar, que não estão relacionados com o valor energético do alimento, nem com o efeito de enchimento do rúmen.

O consumo de proteína bruta (PB) expresso em PB,g/dia, PB,gPB.kg 0,75/dia e PB,%PV/dia apresentou efeitos significativos ($P < 0,05$), sendo os tratamentos SCA e SML diferentes estatisticamente dos tratamentos SSO e SMT. Estes foram superiores, especificamente, quanto ao consumo em g/dia de proteína bruta, em que observa-se uma superioridade no consumo da proteína nos tratamentos aditivados. Estes resultados são atribuídos ao maior valor protéico presente nas dietas aditivadas, constatando-se, assim, a influência da fonte de amido dos tratamentos aditivados em comparação ao não aditivado.

Com relação ao estudo dos coeficientes de digestibilidade da MS, PB, FDN e FDA (Tabela 17), observa-se um crescimento dos valores nos tratamentos SCA e SML em relação aos tratamentos SSO e SMT. As observações dos coeficientes de digestibilidade foram semelhantes entre os tratamentos; entretanto, quando comparados com os resultados descritos em literaturas, apresentam-se superiores. Pereira (1994), avaliando a digestibilidade aparente da saccharina com diferentes maneiras de adição com concentrados e uréia, também observou resultados superiores aos encontrados neste ensaio. As

observações para as variáveis CDFDN e CDFDA podem ser justificadas pela ocorrência de uma diluição do material fibroso em função do incremento da fonte de amido. Comparando-se os resultados com os descritos em literaturas, observa-se que estão próximos aos obtidos por Ludovico & Matos (1994), trabalhando com dietas à base de cana-de-açúcar mais uréia, suplementadas com concentrados. São também superiores aos resultados obtidos por Rodriguez et al. (1993), que foram de 60%, trabalhando com bovinos mestiços que receberam dietas à base de cana-de-açúcar e farelo de algodão, utilizando diferentes níveis de uréia (1,0; 1,5 e 2,0%).

Estes resultados também estão de acordo com os obtidos por Rodriguez et al. (2001), ao estudarem a dinâmica de fermentação da mistura de cana-de-açúcar e batata-doce, afirmando, ainda, que existe uma estreita relação entre o pH, NH_3 e os AGVs. Esta observação também foi constatada em outros experimentos, ao se examinar o gráfico de regressão obtido por Elias et al., (1990) e Rodriguez & Riveri et al. (1998).

A atividade microbiana pode ser responsável pelo incremento da concentração de NH_3 , devido à presença de uma forte atividade ureolítica de algumas espécies microbianas que se desenvolvem durante a fermentação da cana-de-açúcar (Elias e Lezcano, 1993 e Valiño et al., 1994).

Segundo Allison (1970), o processo de síntese protéica necessita incorporar o nitrogênio amoniacal para formação dos grupos aminas; por isso ocorre mais lentamente que a hidrólise da uréia e, por esta razão, ocorrem produções excedentes destes metabólitos. Isso sugere que, ao se incrementar a cana-de-açúcar em estado sólido usando fontes de amido com o objetivo de melhorar o produto final (saccharina), é necessário prolongar o tempo de fermentação acima de 96 horas, para alcançar um maior enriquecimento protéico no produto.

5.3 Avaliação da excreção do cromo

Observando-se os resultados da excreção do óxido crômico e das diferentes fontes de amido utilizadas, verifica-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$) entre os fatores avaliados (anexo A). A excreção média fecal do óxido crômico em função do tempo de 4 horas não apresentou efeito significativo (Tabela 17); entretanto, pode-se afirmar que, no tratamento constituído de SCA, o resultado da excreção foi bem superior aos demais tratamentos, dentro do mesmo tempo. Este resultado pode ser explicado pela possibilidade de ter ocorrido uma passagem mais rápida do Cr_2O_3 pelo rúmen, dos tratamentos com menor teor de fibra (aditivado com fontes de amido) e uma passagem mais lenta do tratamento SCA que continha maior quantidade de material fibroso.

TABELA 17. Avaliação média da % de Cr_2O_3 na matéria seca.

Tempo (horas)	Tratamentos			
	SCA	SML	SSO	SMI
4	0,97 A	0,68 A	0,56 A	0,50 A
8	0,91 B	0,71 AB	0,45 A	0,46 A
12	0,94 B	0,71 AB	0,46 A	0,49 AB
16	0,95 B	0,74 AB	0,44 A	0,59 AB
20	0,90 B	0,79 AB	0,49 A	0,55 A
24	0,90 B	0,79 B	0,47 A	0,51 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de SNK. SCA - 100% de saccharina; SML - 71,5% de saccharina com 28,5% de milho; SSO - 68,2% de saccharina com 31,8% de sorgo e SMT - 68,5% de saccharina com 31,5% de milheto

Observando-se os tempos de 08, 12 e 16 horas, estes apresentaram praticamente o mesmo comportamento de significância ($P < 0,05$), ocorrendo

maior excreção de Cr_2O_3 no tratamento constituído de SCA. As menores excreções foram verificadas nas fontes de amido compostas de 68,2% de saccharina com 31,8% de sorgo - SSO e 68,5% de saccharina com 31,5% de milho - SMT, justificado pela possibilidade de ter ocorrido maior uniformidade da mistura com o conteúdo ruminal e por uma forma mais lenta de excreção.

No tempo de 20 horas, observa-se uma maior excreção nos tratamentos constituídos de SCA e SML, explicada pela composição em um material mais fibroso e, assim, o Cr_2O_3 é excretado mais rapidamente, e também por não ser misturado de forma homogênea ao conteúdo ruminal.

Segundo a literatura, as variações de excreção do Cr_2O_3 em função do tempo podem ocorrer e se baseiam nas limitações descritas por Corbett et al. (1959), Coelho da Silva et al. (1968) e Van Soest (1994). Estes autores descrevem que o Cr_2O_3 , sendo o método mais usado e eficiente para determinar a digestibilidade em bovinos, apresenta determinadas limitações que dificilmente serão corrigidas, como uma mistura incompleta com a digesta ruminal e a sua passagem rápida pelo rúmen em função de material fibroso.

6 CONCLUSÕES

Considerando-se os resultados obtidos sobre o consumo, conclui-se que, ao se adicionar diferentes fontes de amido durante o processo de produção da saccharina, ocorre maior incremento na ingestão das dietas.

Observando-se os resultados dos coeficientes de digestibilidade, conclui-se que, independente da fonte de amido utilizada, estes coeficientes apresentaram o mesmo comportamento.

Com relação ao óxido crômico, conclui-se que a maior excreção observada foi para a saccharina não aditivada, possivelmente devido à mistura incompleta com a digesta ruminal e a passagem rápida pelo rúmen, em função do material fibroso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington, 1990. 1141p.

ALLISSON, M. J. Nitrogen metabolism of ruminal microorganism. In: _____. **Physiology of digestion and metabolism in the ruminant**. [S.l.]: At. Phillipson, 1970. 461p.

ALMEIDA, R. G. de. **Sacharina em dietas para vacas lactantes**. 1997. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BULL, L.; BAUMGARDT, B.R.; CLANCY, M. Influence of calorie density on energy intake by dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.59, n6, p.78-86, 1976.

CHURCH, D. C. **El Rumiente fisiologia digestiva y nutrición**. Acribia: Zaragoza, 1993. v.1, 641p.

COELHO DA SILVA, J. F.; CAMPOS, J.; CONRAD, J. H. Uso do óxido crômico na determinação da digestibilidade. **Experientiae**, v.8, n.1, p. 1-23, 1968.

CORBERTT, J. L.; GREENHALGH, J. F. D.; FLORENCE, E. Distribution of chromium sesquioxide and polythyleneglycol in the reticulum-rumen of cattle. **Br. Journal Nutr.** v.13, n.3, p. 337-345, 1959.

DELGADO, D. C. et al. Influencia del nivel de saccharina en el volumen, recambio líquido y flujo ruminal en vacas. **Revista Cubana de Ciencia Agric.** v.26, n.2, p.185-190, 1992.

DEMARCHI, J. J. de A. A. et al. Utilização de Sacharina em dietas de vacas leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...Lavras: SBZ**, 1992. p.142.

ELIAS, A. I.; ORQUÍDEA L. Efecto de la fuente de N y algunos factores de crecimiento en la población de levaduras que se establece en la producción de saccharina. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, Loma, Cuba, v.27, n.3, p. 277, 1993.

ELIAS, A. I.; LEZCANO O. Effect of the inclusion of levels of maize meal on the fermentation of sugar cane. **Cuban Journal of Agricultural Science**, Loma, Cuba, v.28, n.3, p.321, 1994.

ELIAS, A. I. et al. Review on the development of a protein sugar cane enrichent technology through solid state fermentation (saccharine). **Cuban Journal of Agricultural Science**, Havana, v.24, n.1, p.1-12, 1990.

INÁCIO NÉTO, A. **Silagem mista suplementada com saccharina no desempenho de novilhos Holadês X Zebu, em confinamento**. 1999. 51p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LEZCANO, P.; VALDIVIÉ, M.; MARRERO, A. I. Utilización de la saccharina en la alimentación de monogástricos. Memorias II Enc. Monogástricos, Instituto de Ciencia Animal, La Habana. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, v.26, n.3, p.291-293, 1994.

LUDOVICO, A.; MATOS, W. R. S. Consumo e digestibilidade de dietas baseadas em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e diferentes níveis de semente de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p.494.

MARRERO, E. D.; ELIAS, A. I.; MACIAS, R. The utilization of saccharina in calf feeding. 1. Substitution of cereals by saccharina in the concentrates. **Cuban Journal of Agricultural Science**, Loma, v.26, n.1, p.17-22, 1992.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR, G.C. (Ed.). **Forage quality evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science Society of America, 1994. p.450-493.

OLIVEIRA, P.S. de. **Desempenho de bezerros Holandeses – Zebu alimentados com associação de saccharina e silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) cv. Napier, suplementados com fúba de milho.** 1998. 44p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ORSKOV, E. R.; HOVELL, F. D. Digestion ruminal del heno (medida através de bolsa de dracon) en el ganado alimentado com caña de azúcar o heno de pangola. **Production Animal Tropical**, v.3, p.9-11, 1978.

PEREIRA, O. G. **Valor nutritivo da cana-de açúcar, sob as formas integral, sacharina e como desidratado, para bovinos e ovinos.** 1994. 114p. Tese (Doutorado em Nutrição)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PEREIRA, O. G. Consumo e digestibilidade total e parcial dos nutrientes de dietas contendo cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), sob formas em bovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.4, p.750-762, 1996.

RODRIGUEZ, N. M. et al. Efeito do nível de uréia sobre a digestibilidade aparente e o balanço de nitrogênio em bovinos alimentados com cana-de-açúcar e farelo de algodão. **Arquivo Brasileiro Méd. Zoot.**, v. 45, n.1, p. 59-70, 1993

RODRIGUEZ, Z. E.; RIVERI, A. Estudios de utilización de boniato (*Ipomea batata* Lam) en la fermentación en estado sólido de la caña de azúcar. **Cuban Journal of Agricultural Science**, San José de las Lajas, Cuba, v.32, p.307, 1998.

RODRIGUEZ, Z. et al. Dinámica de fermentación de mezclas de caña (*saccharum officinarum*) y boniato (*ipomea batata*). **Cuban Journal of Agricultural Science**, San José de las Lajas, Cuba, Tomo 35, n.2 p.147-151, 2001.

SAS Institute. **SAS[®] user's guide: statistics.** 5.ed. Cary, 1995. 1290p.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

TEIXEIRA, J. C. **Fisiologia digestiva dos animais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 270p.

VALIÑO, E. et al. Composition of species of bacteria from isolated from the process of saccharina production. I. Gram negative bacteria. **Cuban Journal of Agricultural Science**, Havana, v.28, n.1, p.65-67, 1994.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VAN SOEST, P. J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

ANEXOS

TABELA 1A	Análise de variância do pH da forragem e da silagem aditivada	111
TABELA 2A	Análise de variância dos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) da silagem aditivada	111
TABELA 3A	Análise de variância dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da silagem aditivada	111
TABELA 4A	Análise de variância da capacidade de poder tampão (CPT) e nitrogênio amoniacal (NNH ₃) da silagem aditivada	112
TABELA 5A	Análise de variância do pH e teor de matéria seca (MS) da produção de saccharina	112
TABELA 6A	Análise de variância do teor de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da produção de saccharina	112
TABELA 7A	Análise de variância do teor de fibra em detergente ácido (FDA) e amido da produção de saccharina	113
TABELA 8A	Análise de variância do teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) para o tempo de 4 horas	113
TABELA 9A	Análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) para o tempo de 4 horas	114
TABELA 10A	Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) para o tempo de 4 horas	114
TABELA 11A	Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente	115

ácido (CDFDA) para o tempo de 4 horas	
TABELA 12A Análise de variância do teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) para o tempo de 8 horas	115
TABELA 13A Análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) para o tempo de 8 horas	116
TABELA 14A Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) para o tempo de 8 horas	116
TABELA 15A Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) para o tempo de 8 horas	117
TABELA 16A Análise de variância do teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) para o tempo de 12 horas	117
TABELA 17A Análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) para o tempo de 12 horas	118
TABELA 18A Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) para o tempo de 12 horas	118
TABELA 19A Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) para o tempo de 12 horas	119
TABELA 20A Análise de variância do teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) para o tempo de 16 horas	119
TABELA 21A Análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) para o tempo de 16 horas	120

TABELA 22A Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) para o tempo de 16 horas	120
TABELA 23A Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) para o tempo de 16 horas	121
TABELA 24A Análise de variância do teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) para o tempo de 20 horas	121
TABELA 25A Análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) para o tempo de 20 horas	122
TABELA 26A Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) para o tempo de 20 horas	122
TABELA 27A Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) para o tempo de 20 horas	123
TABELA 28A Análise de variância do teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) para o tempo de 24 horas	123
TABELA 29A Análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) para o tempo de 24 horas	124
TABELA 30A Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) para o tempo de 24 horas	124
TABELA 31A Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) para o tempo de 24 horas	125

TABELA 1A. Análise de variância do pH da forragem e da silagem aditivada.

Fonte de Variação	GL	pH Forragem		pH Silgem	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	5	0,1466	0,0001	0,0098	0,0001
Erro	12	0,0002		0,0003	
CV (%)			0,24		0,49

TABELA 2A. Análise de variância dos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) da silagem aditivada.

Fonte de Variação	GL	MS		PB	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	5	39,2936	0,0007	6,4912	0,0001
Erro	12	4,0918		0,4408	
CV (%)			6,38		7,04

TABELA 3A. Análise de variância dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da silagem aditivada.

Fonte de Variação	GL	FDN		FDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	5	143,9809	0,0001	45,3726	0,0007
Erro	12	4,1083		4,7185	
CV (%)			3,27		4,71

TABELA 4A. Análise de variância da capacidade de poder tampão (CPT) e nitrogênio amoniacal (NNH₃) da silagem aditivada.

Fonte de Variação	GL	CPT		NNH ₃	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	5	8,3272	0,0001	58,7055	0,0001
Erro	12	0,5752		0,7122	
CV (%)		13,10		9,80	

TABELA 5A. Análise de variância do pH e teor de matéria seca (MS) da produção de saccharina.

Fonte de Variação	GL	pH		MS	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento (Tr)	3	18,5652	0,0001	8324,8823	0,0001
Tempo (T)	6	1,0708	0,0001	803,9750	0,0001
Tr*T	18	1,3085	0,0001	177,0539	0,0001
Erro	28	0,0031		4,1851	
CV (%)		0,86		3,39	

TABELA 6A. Análise de variância do teor de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da produção de saccharina.

Fonte de Variação	GL	PB		FDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento (Tr)	3	46,9637	0,0000	64,9120	0,0006
Tempo (T)	6	1,4482	0,3293	5,7454	0,6629
Tr*T	18	1,0131	0,6360	8,8235	0,4404
Erro	28	1,1945		8,3826	
CV (%)		8,73		5,16	

TABELA 7A. Análise de variância do teor de fibra em detergente ácido (FDA) e amido da produção de sacarina.

Fonte de Variação	GL	FDA		Amido	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento (Tr)	3	19,7302	0,0214	2661,4793	0,0001
Tempo (T)	6	1,1853	0,9644	180,2956	0,0001
Tr*T	18	7,2167	0,2152	29,9861	0,0001
Erro	28	5,2191		1,6780	
CV (%)		6,06		5,35	

TABELA 8A. Análise de variância do teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) para o tempo de 4 horas.

Fonte de Variação	GL	MS		PB	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	2,9914	0,6929	0,6224	0,7330
A(QL)	6	75,5267	0,0175	4,2995	0,5610
P(QL)	6	9,2897	0,7910	9,3917	0,1736
Tratamento (T)	3	5,3632	0,8294	7,5692	0,2688
QL *trat	3	21,3718	0,3619	1,4426	0,8370
Erro	12	18,2733		5,1038	
CV (%)		4,86		18,03	

TABELA 9A. Análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) para o tempo de 4 horas.

Fonte de Variação	GL	FDN		FDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	2,1135	0,5367	31,6330	0,0036
A(QL)	6	2,5067	0,8111	12,7995	0,0071
P(QL)	6	12,0541	0,1026	30,1821	0,0002
Tratamento (T)	3	44,4819	0,0027	10,4133	0,0285
QL *trat	3	9,8581	0,1856	1,3069	0,6655
Erro	12	5,2245		2,4318	
CV (%)		4,09		4,26	

TABELA 10A. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) para o tempo de 4 horas.

Fonte de Variação	GL	CDMS		CDPB	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	64,3148	0,3610	40,1564	0,5186
A(QL)	6	26,0938	0,8868	24,5715	0,9403
P(QL)	6	94,6289	0,3178	187,4644	0,1344
Tratamento (T)	3	74,5641	0,4078	136,4538	0,2639
QL *trat	3	1,5033	0,9956	36,3082	0,7557
Erro	12	71,3091		90,8097	
CV (%)		10,47		11,62	

TABELA 11A. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) para o tempo de 4 horas.

Fonte de Variação	GL	CDFDN		CDFDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	23,5280	0,6162	12,3293	0,7261
A(QL)	6	31,3075	0,8951	30,3445	0,9161
P(QL)	6	84,5441	0,4953	124,6246	0,3283
Tratamento (T)	3	148,8404	0,2249	77,0451	0,5157
QL *trat	3	6,93801	0,9707	4,9450	0,9838
Erro	12	88,8399		95,8944	
CV (%)		12,00		12,75	

TABELA 12A. Análise de variância do teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) para o tempo de 8 horas.

Fonte de Variação	GL	MS		PB	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	0,3705	0,9298	1,5198	0,4942
A(QL)	6	46,7266	0,4576	3,8782	0,3406
P(QL)	6	33,2629	0,6376	10,1160	0,0368
Tratamento (T)	3	21,4151	0,7105	5,6988	0,1894
QL *trat	3	58,5006	0,3267	0,7326	0,8670
Erro	12	45,8237		3,0564	
CV (%)		7,66		13,42	

TABELA 13A. Análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) para o tempo de 8 horas.

Fonte de Variação	GL	FDN		FDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	33,1562	0,0838	2,2732	0,5839
A(QL)	6	8,1726	0,5400	5,4075	0,6188
P(QL)	6	13,6567	0,2699	7,7970	0,4229
Tratamento (T)	3	43,8439	0,0215	0,9529	0,9386
QL *trat	3	3,5559	0,7684	9,3406	0,3190
Erro	12	9,3273		7,1750	
CV (%)		5,51		7,32	

TABELA 14A. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) para o tempo de 8 horas.

Fonte de Variação	GL	CDMS		CDPB	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	147,5031	0,1240	39,7631	0,3661
A(QL)	6	111,3150	0,1343	77,3230	0,2007
P(QL)	6	92,1896	0,2018	149,1216	0,0369
Tratamento (T)	3	164,9213	0,0694	107,1759	0,1210
QL *trat	3	6,8096	0,9427	26,8030	0,6305
Erro	12	53,9002		45,0771	
CV (%)		9,09		8,05	

TABELA 15A. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) para o tempo de 8 horas.

Fonte de Variação	GL	CDFDN		CDFDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	28,4710	0,2989	134,9806	0,1404
A(QL)	6	57,5587	0,0944	129,7076	0,0934
P(QL)	6	60,8436	0,0816	116,0687	0,1231
Tratamento (T)	3	94,3712	0,0369	222,3469	0,0322
QL *trat	3	15,4604	0,6035	4,5156	0,9678
Erro	12	24,1443		54,1718	
CV (%)		6,17		9,56	

TABELA 16A. Análise de variância do teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) para o tempo de 12 horas.

Fonte de Variação	GL	MS		PB	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	5,4524	0,3736	4,3748	0,2967
A(QL)	6	26,2648	0,0178	4,1117	0,4071
P(QL)	6	14,6868	0,1034	10,0874	0,0645
Tratamento (T)	3	25,8504	0,0334	16,2334	0,0260
QL *trat	3	2,7916	0,7304	0,3625	0,9593
Erro	12	6,3844		3,6748	
CV (%)		2,82		14,99	

TABELA 17A. Análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) para o tempo de 12 horas.

Fonte de Variação	GL	FDN		FDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	6,0595	0,2621	4,3019	0,5200
A(QL)	6	5,8865	0,3109	14,8707	0,2530
P(QL)	6	9,5127	0,1188	9,8298	0,4661
Tratamento (T)	3	11,9964	0,0894	25,4357	0,1007
QL *trat	3	7,0150	0,2403	14,0256	0,2819
Erro	12	4,3750		9,7924	
CV (%)		3,77		8,67	

TABELA 18A. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) para o tempo de 12 horas.

Fonte de Variação	GL	CDMS		CDPB	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	42,3844	0,5276	0,0746	0,9746
A(QL)	6	60,8073	0,7206	70,2466	0,4708
P(QL)	6	128,8548	0,3334	108,0848	0,2492
Tratamento (T)	3	73,5292	0,5514	36,8988	0,6747
QL *trat	3	53,7140	0,6662	16,8621	0,8675
Erro	12	100,1369		70,5755	
CV (%)		12,62		10,26	

TABELA 19A. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) para o tempo de 12 horas.

Fonte de Variação	GL	CDFDN		CDFDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	1,3757	0,8927	10,9395	0,7414
A(QL)	6	38,7938	0,7721	57,3707	0,7270
P(QL)	6	69,9415	0,4879	120,8649	0,3441
Tratamento (T)	3	81,1035	0,3802	99,6990	0,4102
QL *trat	3	13,8215	0,9008	66,2675	0,5749
Erro	12	72,5140		95,9078	
CV (%)		10,94		12,99	

TABELA 20A. Análise de variância do teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) para o tempo de 16 horas.

Fonte de Variação	GL	MS		PB	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	1,0889	0,7137	6,2790	0,1678
A(QL)	6	30,9224	0,0195	2,0980	0,6414
P(QL)	6	11,4378	0,2642	6,2756	0,1215
Tratamento (T)	3	6,4101	0,5023	7,1082	0,1148
QL *trat	3	0,6224	0,9693	0,2872	0,9593
Erro	12	7,7174		2,9130	
CV (%)		3,10		13,36	

TABELA 21A. Análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) para o tempo de 16 horas.

Fonte de Variação	GL	FDN		FDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	6,7647	0,2880	19,7349	0,0591
A(QL)	6	5,1393	0,5024	6,2735	0,2978
P(QL)	6	44,9068	0,0011	31,3465	0,0023
Tratamento (T)	3	32,5995	0,0100	11,6219	0,1039
QL *trat	3	5,4089	0,4310	4,7317	0,4092
Erro	12	5,4714		4,5408	
CV (%)		4,28		5,74	

TABELA 22A. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) para o tempo de 16 horas.

Fonte de Variação	GL	CDMS		CDPB	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	25,5398	0,5450	0,0099	0,9886
A(QL)	6	19,6579	0,9259	21,7012	0,8216
P(QL)	6	69,7033	0,4370	64,1956	0,3003
Tratamento (T)	3	23,6102	0,7839	21,7388	0,7117
QL *trat	3	11,6107	0,9103	7,2985	0,9236
Erro	12	65,8279		46,7022	
CV (%)		10,06		8,29	

TABELA 23A. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) para o tempo de 16 horas.

Fonte de Variação	GL	CDFDN		CDFDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	0,4474	0,9331	2,5088	0,8862
A(QL)	6	13,5305	0,9618	30,2737	0,9464
P(QL)	6	71,9817	0,3772	95,2633	0,5807
Tratamento (T)	3	40,7751	0,5864	43,6952	0,7746
QL *trat	3	7,2979	0,9466	13,1387	0,9515
Erro	12	60,8322		117,3897	
CV (%)		9,98		14,09	

TABELA 24A. Análise de variância do teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) para o tempo de 20 horas.

Fonte de Variação	GL	MS		PB	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	3,3566	0,7207	8,5656	0,0056
A(QL)	6	43,6802	0,1941	2,5851	0,0333
P(QL)	6	35,0018	0,2922	11,5106	0,0001
Tratamento (T)	3	18,4143	0,5509	6,5731	0,0025
QL *trat	3	15,2498	0,6220	2,6495	0,0496
Erro	12	25,0494		0,7566	
CV (%)		5,63		6,70	

TABELA 25A. Análise de variância do teor fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) para o tempo de 20 horas.

Fonte de Variação	GL	FDN		FDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	14,5786	0,2843	6,0517	0,3012
A(QL)	6	6,2605	0,7689	9,0605	0,1933
P(QL)	6	50,3195	0,0148	9,0890	0,1920
Tratamento (T)	3	48,1273	0,0312	8,5675	0,2297
QL *trat	3	9,8291	0,4943	2,4765	0,7037
Erro	12	11,6036		5,1849	
CV (%)		6,22		6,10	

TABELA 26A. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) para o tempo de 20 horas.

Fonte de Variação	GL	CDMS		CDPB	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	83,8706	0,2912	4,7988	0,7587
A(QL)	6	51,4805	0,6223	46,0759	0,4972
P(QL)	6	137,2869	0,1452	189,3752	0,0215
Tratamento (T)	3	42,2255	0,6190	57,0231	0,3605
QL *trat	3	2,3692	0,9910	35,3046	0,5555
Erro	12	68,7880		48,5866	
CV (%)		10,29		8,46	

TABELA 27A. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) para o tempo de 20 horas.

Fonte de Variação	GL	CDFDN		CDFDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	33,8438	0,4799	105,8985	0,3184
A(QL)	6	53,8431	0,5588	52,3465	0,7716
P(QL)	6	147,3021	0,1019	208,8103	0,1239
Tratamento (T)	3	62,7513	0,4321	36,0494	0,7768
QL *trat	3	16,7957	0,8501	12,7538	0,9401
Erro	12	63,6531		97,7088	
CV (%)		10,17		12,84	

TABELA 28A. Análise de variância do teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) para o tempo de 24 horas.

Fonte de Variação	GL	MS		PB	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	77,2710	0,0309	2,3691	0,2678
A(QL)	6	45,5301	0,0302	2,1827	0,3509
P(QL)	6	26,6319	0,1352	13,3274	0,0016
Tratamento (T)	3	14,0433	0,3923	7,6163	0,0274
QL *trat	3	27,1579	0,1537	1,0350	0,6333
Erro	12	12,9337		1,7547	
CV (%)		4,06		10,39	

TABELA 29A. Análise de variância do teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) para o tempo de 24 horas.

Fonte de Variação	GL	FDN		FDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	12,2685	0,3712	1,3243	0,6759
A(QL)	6	10,1638	0,6449	6,7355	0,5055
P(QL)	6	26,8932	0,1635	17,5295	0,0898
Tratamento (T)	3	4,6680	0,8049	22,4042	0,0669
QL *trat	3	3,8565	0,8449	4,8273	0,5870
Erro	12	14,2129		7,2119	
CV (%)			6,79		7,35

TABELA 30A. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e proteína bruta (CDPB) para o tempo de 24 horas.

Fonte de Variação	GL	CDMS		CDPB	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	28,3805	0,4474	23,7188	0,3950
A(QL)	6	49,0855	0,4328	50,6266	0,2139
P(QL)	6	88,9463	0,1559	182,3960	0,0043
Tratamento (T)	3	73,3700	0,2422	65,0618	0,1491
QL *trat	3	1,1284	0,9945	8,0444	0,8501
Erro	12	46,0003		30,4814	
CV (%)			8,41		6,71

TABELA 31A. Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) para o tempo de 24 horas.

Fonte de Variação	GL	CDFDN		CDFDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
QL	1	9,9391	0,6756	12,3132	0,6890
A(QL)	6	61,8058	0,3954	84,7171	0,3893
P(QL)	6	97,1478	0,1824	144,3995	0,1493
Tratamento (T)	3	77,7778	0,2801	131,5351	0,2015
QL *trat	3	1,5671	0,9930	1,7276	0,9948
Erro	12	54,0460		73,2460	
CV (%)			9,36		11,20