

**SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE
ADITIVADAS COM RASPA DE BATATA
DIVERSA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS
LEITEIROS**

VALDIR BOTECA TAVARES

2009

VALDIR BOTEGA TAVARES

**SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE ADITIVADAS COM
RASPA DE BATATA DIVERSA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS
LEITEIROS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagem, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador
Prof. José Cardoso Pinto

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

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

Tavares, Valdir Botega.

Silagens de capim-elefante aditivadas com raspa de batata
diversa na alimentação de bovinos leiteiros / Valdir Botega Tavares.

– Lavras : UFLA, 2009.

100 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: José Cardoso Pinto.

Bibliografia.

1. Produção de gás. 2. Consumo. 3. Produção de leite. 4.
Penisetum purpureum. 5. *Solanum tuberosum*. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.2142
– 633.20823

VALDIR BOTEGA TAVARES

**SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE ADITIVADAS COM
RASPA DE BATATA DIVERSA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS
LEITEIROS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagem, para a obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2009

Prof. Adauto Ferreira Barcelos	EPAMIG
Prof. Antônio Ricardo Evangelista	UFLA
Prof. Joel Augusto Muniz	UFLA
Prof. Adauton Vilela de Rezende	UNIFENAS

José Cardoso Pinto - UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS -BRASIL

Aos meus pais, Antonio Pedrosa Tavares (in memória) e Aciene

Botega Tavares, pelo amor, carinho, exemplo de vida e dedicação.

DÉDICO

À minha namorada Ariana pelo apoio, compreensão e carinho

*Às minhas irmãs Deismar e Taciana, pela amizade, ajudam e
incentivo durante toda a minha vida*

*Aos meus sobrinhos, Gabriela e Pedro, pela alegria que me
proporcionam.*

Aos meus cunhados, Luiz e Cristiane.

OFÉREÇO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por me iluminar em todos os momentos da minha vida;

À minha família, pelo incentivo e oportunidade de aprendizado;

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realizar este curso e pela formação profissional;

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pelo apoio aos trabalhos;

Ao professor José Cardoso Pinto, pela orientação e disposição para repassar seus valiosos conhecimentos e experiência de vida;

Ao pesquisador Dr. Adauto Ferreira Barcelos, pelas dúvidas sanadas quando da condução dos experimentos, pela colaboração e respeito;

Ao professor Antônio Ricardo Evangelista, pelas oportunidades concedidas, ensinamentos e pela amizade;

Aos professores Joel Augusto Muniz, e Adauto Vilela Rezende, pelas valiosas sugestões, atenção e amizade;

Ao professor Marcos Pereira Neves pelas valiosas sugestões

Ao Pesquisador Adibe Luiz Abdala e Prof José Cleto da Silva Filho pela oportunidade da condução das análises de produção de gás e valiosas sugestões

Aos alunos de graduação e amigos Rodolfo, Ronaldo e Tessié pela importante ajuda na condução de todo o experimento;

Ao Dr. Ronaldo, diretor da Fazenda Experimental da EPAMIG, Três Pontas, pela disposição e apoio na condução do experimento;

Aos funcionários da Fazenda Experimental da EPAMIG pela importante ajuda na condução de todo o experimento;

À Regina, Laboratorista do Laboratório de Nutrição Animal- Centro de Energia Nuclear na agricultura, LANA-CENA/USP, pela grande ajuda na realização das análises laboratoriais;

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal, Márcio, Suelba, José Virgílio e Eliana, pela grande ajuda na realização das análises laboratoriais

Aos secretários da Pós-Graduação, Keila, Carlos e Pedro pelas contribuições prestadas;

Aos meus amigos e colegas, Arnaldo, Dawson, Enivandro, Gustavo, Juan, Hélio, Paulo Elias, Pedro, Roberta, Silvio, Thiago e Valério, pela grande amizade e companheirismo;

Aos Colegas de Pós-graduação Alexandre, Carla, Lucilene, Jalison, Caio, Rita e João;

A todos os colegas do NEFOR, pela convivência e aprendizado;

A FAPEMIG pelo financiamento do Projeto, sem este apoio não seria possível a realização do trabalho;

Ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudo durante parte do meu curso

Ao Laboratório de Nutrição Animal-Centro de Energia Nuclear na agricultura, LANA-CENA/USP, pela condução do experimento de produção de gás;

A toda a minha família e à família da minha namorada, em especial Antonio Ari, Ana , Antonio Augusto, Ari e avó.

E a todos aqueles contribuíram para a realização deste trabalho

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
CAPÍTULO 1	1
1 Introdução Geral	2
2 Referencial Teórico.....	5
2.1 O capim-elefante como planta forrageira para ensilagem	5
2.2 O uso de subprodutos como aditivos na ensilagem de capim-elefante.....	8
2.3 Batata inglesa	10
2.3.1 Batata diversa	11
2.3.2 Composição físico-química da batata	12
2.3.2.1 Amido de batata.....	12
2.3.3 Uso de subprodutos da batata para bovinos	13
2.4 Produção de gases in vitro	18
3 Referências Bibliográficas.....	20
CAPÍTULO 2: Consumo de nutrientes por vacas em lactação recebendo silagens de capim-elefante aditivadas com raspa de batata diversa	26
Resumo.....	27
Abstract	28
1 Introdução.....	29
2 Material e Métodos	31
2.1 Local.....	31
2.2 Delineamento experimental e período experimental	31
2.3 Animais utilizados.....	32
2.4 Manejo e arraçãoamento dos animais	32
2.5 Tratamentos	33
2.6 Colheita dos dados	35
2.7 Análises	35
2.8 Análises da forragem e concentrado.....	36
2.9 Análises estatísticas.....	37
3 Resultados e Discussão.....	39
3.1 Dados da dieta.....	39

3.2 Ingestão de nutrientes	40
4 Conclusão	46
5 Referências Bibliográficas.....	47
CAPÍTULO 3: Produção e composição do leite de vacas recebendo silagens de capim-elefante aditivadas com raspa de batata diversa	51
Resumo.....	52
Abstract	53
1 Introdução.....	54
2 Material e Métodos	56
2.1 Local e instalações experimentais	56
2.2 Delineamento experimental e período experimental	56
2.3 Animais utilizados.....	56
2.4 Tratamentos	57
2.5 Controle leiteiro e amostragem do leite.....	59
2.6 Análises estatísticas.....	60
3 Resultados e Discussão.....	61
4 Conclusão	69
5 Referências Bibliográficas.....	70
CAPÍTULO 4: Produção de gás em silagens elaboradas com adição de raspa de batata “diversa”	73
Resumo.....	74
Abstract	75
1 Introdução.....	76
2 Material e Métodos	78
2.1 Local e animais	78
2.2 Substratos.....	78
2.3 Colheita e preparo do inóculo	79
2.4 Preparos das garrafas para produção de gás.....	80
2.5 Leituras da produção de gás.....	80
2.6 Cálculo da produção de gases	81
2.7 Análise estatística.....	82
3 Resultados e Discussão.....	84
4 Conclusão	90

5 Referências Bibliográficas.....	91
ANEXOS.....	95

RESUMO

TAVARES, Valdir Botega. **Silagens de capim-elefante aditivadas com raspa de batata diversa na alimentação de bovinos leiteiros**. 2009. 100p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O primeiro e o segundo estudos foram conduzidos nas instalações da Fazenda Experimental da EPAMIG, localizada no município de Três Pontas-MG. Foram selecionadas 12 vacas, sendo 9 (50 a 70 meses) e 3 (36 a 42 meses) lactantes, com peso aproximado de 550 kg. O delineamento experimental constituiu-se de um change-over, representado por um Quadrado Latino 4 x 4 repetido três vezes, com 4 períodos experimentais e 4 tratamentos conforme a seguir: silagens de milho (SM), de capim-elefante (SC), de capim-elefante aditivada com 7% e 14% de raspa de batata diversa (SC7%) (SC 14%), respectivamente. O terceiro estudo foi desenvolvido no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. Os tratamentos foram os mesmos dos experimentos 1 e 2. Os gases produzidos durante os diferentes períodos de fermentação (0, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 h) foram medidos com um medidor de pressão. O experimento foi instalado segundo um delineamento de blocos ao acaso em que os tratamentos foram arranjos em um esquema de parcelas subdivididas no tempo. Na condução desta pesquisa objetivou avaliar a batata diversa, na forma de raspa desidratada, na ensilagem de capim-elefante para a alimentação de vacas leiteiras, utilizando a técnica de produção de gás. No primeiro estudo, os animais submetidos às dietas com SM, SC 14% e SC 7% apresentaram ingestões mais altas de MS do que aqueles que ingeriram dietas a base de silagem de capim-elefante puro. A SC proporcionou as maiores ingestões de FDN e FDA, diferentemente da ingestão de MS, em decorrência das maiores concentrações destes nutrientes na SC. Com relação ao segundo estudo, produção e composição do leite, a adição de 14% de resíduo de batata na ensilagem de capim-elefante maiores produções de leite, leite corrigido para 3,5% de gordura, kg de gordura, kg de proteína, kg de sólidos totais, kg de ESD e kg de lactose comparados com a adição de 7% de batata ($P < 0,05$). A silagem de milho foi superiores às demais silagens produção de leite, proteína, ESD e lactose ($P < 0,05$).

Orientador: José Cardoso Pinto – UFLA

A produção de gás foi encontrada diferenças significativas entre os tratamentos em relação ao volume acumulado de gases nos tempos 12, 24, 36, 48, 72 e 96 h de incubação, para os tratamentos SM e SC 14% em relação aos tratamentos às SC e SC 7%. Os tratamentos SM e SC 14% proporcionaram produções de gases superiores SC e SC 7%, exceto nos tempos 0, 4 e 8 h em que as produções foram semelhantes. As dietas que contém silagens de milho e de capim-elefante mais 14% de resíduo de batata apresentaram maiores taxas de degradação e produções de gases que as silagens de capim-elefante puro e de capim-elefante mais 7 % de resíduo de batata. A adição de 14% de resíduo de batata na ensilagem de capim-elefante melhorou a produção, a composição do leite , consumo de nutrientes e produção de gás.

Palavras - chave: produção de gás, consumo, produção de leite, *Penisetum purpureum*, *Solanum tuberosum*

ABSTRACT

TAVARES, Valdir Botega. **Silages of grass-elephant additive with shaving of several potato in the bovine milkmen's feeding.** 2009. 100p. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

The first and second studies were conducted at the dependencies of the Experimental Farm of EPAMIG, located in Três Pontas - MG. 12 cows were selected, being 9 (50 to 70 months) and 3 (36 to 42 months), breastfeeding, weighing approximately 550 kg. The experimental design consisted of a change-over, representing a 4 x 4 Latin square repeated three times. With 4 experimental periods and 4 treatments, as follow: of corn silage (CS), elephant grass (ES), elephant grass of aditivada shave with 7% and 14%of potato variety (ES 7%) (ES 14%). The third study was conducted at the Laboratory of Animal Nutrition of the Center for Nuclear Energy in Agriculture, University of São Paulo. The treatments were the same of that of experiments 1 and 2. The gases produced during different periods of fermentation (0, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 and 96 h) were measured with meter pressed. O experiment was conducted in a randomized block design where the treatments were arranged in a split plot scheme in time. In conducting these studies was to evaluate the potato variety in the form of shave dehydrated in elephant grass silage on the feeding of dairy cows and using the technique of gas production. Data from the first study, animals subjected to diets with CS, ES14%, EG and 7% had higher DM intake than those who ingested the diets based on elephant grass silage. The ES has the largest intake of NDF and ADF, unlike the ingestion of DM, due to higher concentrations of these nutrients in the ES. Regarding the second study on production and milk composition, the addition of 14% of waste potatoes in the elephant grass silage had higher milk production, milk corrected to 3.5% fat, fat, protein , total solids, lactose and un fat dry extract (UDE) compared with the addition of 7% of potatoes (P <0.05). Corn silage was superior to the other silages for milk production, kg of protein, UDE and lactose (P <0.05). For gas production there were significant differences between treatments on the cumulative volume of gas at times 12, 24, 36, 48, 72 and 96 h of incubation for treatments CS and ES 14% for treatments ES and ES 7% . The CS and ES 14 % treatments provided gas production and higher ES 7%, except at 0, 4 and 8 h in which yields were similar.

Adviser: José Cardoso Pinto – UFLA.

The diets containing silages of maize and elephant grass plus 14% potato waste had higher rate of degradation, and production of gases than silages of pure elephant grass and elephant grass plus 7% of potato waste. The addition of 14% of waste potatoes in the elephant grass silage improved milk production, milk composition, intake of nutrients and gas production.

Keyword: gas production, consumption, milk production, *Penisetum purpureum*, *Solanum tuberosum*

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, a silagem de milho (*Zea mays* L.) tem sido o volumoso mais utilizado em rações para vacas leiteiras. Os últimos anos o aumento do seu custo de produção tem sido restrita a sua utilização por um maior número de produtores. Logo, a alimentação é o item de maior peso no custo total de produção de bovinos leiteiros, podendo chegar até a 40% do total. Embora as forrageiras tenham menor participação no custo de produção que os concentrados, a sua qualidade pode ter impacto significativo sobre o seu custo por determinar a necessidade e quantidade de alimentos concentrados por litro de leite.

Nesse contexto, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) destaca-se por ser uma forrageira muito utilizada na forma de capineira em razão da grande quantidade de matéria seca (MS) produzida por unidade de área, quando comparado às demais espécies. Além disso, trata-se de uma planta perene e de bom valor nutritivo, com baixo custo de implantação da cultura, reduzindo, assim, o seu custo de produção. O seu manejo, porém, na maioria das vezes, é questionável, consistindo basicamente em se fazer um único corte por ano. Logo, com o avançar do seu crescimento e desenvolvimento, aumentam sua produção por área, tendo, em contrapartida, seu valor nutritivo diminuído.

Nessas condições, uma alternativa de manejo seria a confecção de silagem. Por outro lado, quando o capim-elefante é ensilado em estágio de desenvolvimento, que apresenta bom valor nutritivo, três características podem interferir sobre o processo da ensilagem: alto teor de umidade, alta capacidade tampão e baixos teores de carboidratos solúveis. Tais fatores influem negativamente sobre o processo fermentativo, possibilitando a ocorrência de fermentações secundárias indesejáveis, prejudicando a qualidade do produto preservado. Isso tem sido o principal entrave para a confecção de silagens de

capim-elefante de boa qualidade. Embora a gramínea apresente um grande rendimento por área, seu elevado teor de umidade propicia, normalmente, condições para a ocorrência de fermentação butírica, em que é grande a perda protéica, com evidente queda no valor nutritivo do volumoso conservado. Dessa forma, torna-se necessária à utilização de técnicas que possam elevar o teor de MS da forragem para teores satisfatórios do ponto de vista da fermentação no interior do silo.

Anualmente são produzidas milhões de toneladas de resíduos pelas diferentes atividades agrícolas. Esses resíduos têm sido estudados quanto ao aproveitamento na alimentação animal, com o intuito de reduzir os custos na agropecuária e de minimizar a poluição do meio ambiente. Uma alternativa de utilização desses resíduos é como aditivos para silagens. Diversos subprodutos da agroindústria estão sendo avaliados e já estudados como aditivos nas silagens de gramíneas perenes, principalmente, da espécie *Pennisetum purpureum*.

Entre os resíduos agrícolas, o de batata (*Solanum tuberosum* L.) a “batata diversa”, torna-se uma alternativa viável em função de ser constituída de 57% de amido na MS e da grande quantidade produzida anualmente. A batata diversa *in natura* apresenta alto percentual de deterioração em ambientes quentes, tornando difícil a manutenção das suas qualidades bromatológicas por períodos superiores a uma semana. Possivelmente, a melhor alternativa será aquela em que se utiliza alguma forma de conservação, como a desidratação para posterior obtenção do farelo, podendo, assim, ser armazenado por mais tempo e usado como aditivo para silagens de gramíneas perenes.

Schneider et al. (1985) afirmam que a batata desidratada (na forma de farelo) pode ser usada como aditivo para silagens de gramíneas e leguminosas, com vantagem para a alimentação de vacas em lactação. Para Balsalobre (1995), uma boa forma de utilização da batata diversa é o seu emprego como aditivo para silagens, no sentido de elevar a concentração de MS.

Na condução desta pesquisa o objetivo foi avaliar a batata diversa na forma de raspa desidratada, na ensilagem de capim-elefante, sobre a alimentação de vacas leiteiras e utilizando a técnica de produção de gás.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O capim-elefante como planta forrageira para ensilagem

A espécie *Pennisetum purpureum* Schum. é originária da África (Rodrigues et al., 2001), mais especificamente da África Tropical, entre 10°N e 20°S de latitude, tendo sido encontrada em 1905 pelo coronel Napier. Espalhou-se por toda a África e foi introduzida no Brasil em 1920, vinda de Cuba. Hoje, encontra-se difundida nas cinco regiões brasileiras, principalmente nas regiões leiteiras.

O valor nutricional do capim-elefante, segundo o National Research Council (NRC) (2001), aos 30 dias de crescimento corresponde a 20,0% de MS, 70,0% de Fibra Detergente Neutro (FDN), 14,3% de Lignina, 55,0% de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT), 8,7% de Proteína Bruta (PB), 2,2% de proteína indisponível em detergente ácido (NIDA, como % da PB), 8,0% de amido (% dos carboidratos não estruturais, CNE), 3,0% de Extrato Etéreo EE e 9,0% de Matéria Mineral(MM). Já aos 60 dias de crescimento, o capim-elefante apresenta 23,0% de MS, 75,0% de FDN, 18,7% de Lignina, 53,0% de NDT, 7,8% de PB, 2,2% de NIDA (% da PB), 8,0% de amido (% dos CNE), 1,0% de EE e 6,0% de MM.

A capineira é sua forma de cultivo mais comum para suplementação volumosa do rebanho leiteiro e, ainda, constitui-se em alimento tradicional como complemento da pastagem na estação chuvosa e o principal volumoso durante o período seco do ano na maioria das propriedades que exploram a atividade leiteira. A sua utilização, no entanto, não é fácil em virtude da dificuldade de se ajustar o corte ao estágio de maturidade da planta, apresentando, assim, valores nutritivos muito diferentes, consequentemente, afetando o consumo diário dos animais. Os resultados, pois, em termos de produção de leite são bastante variáveis.

Uma das técnicas adotadas para o manejo da capineira ou pastagem de capim-elefante é o uso da ensilagem desse material excedente. O estudo da silagem de capim-elefante, para a alimentação de bovinos no Brasil, não é recente. Já na década de 70 há indícios de sua utilização conforme trabalho de Tosi (1973). Já naquela época foi constatado um baixo teor de carboidratos solúveis, em torno de 9% na MS, e teores de MS em torno de 20%, que são insuficientes para garantir uma boa fermentação. Embora algumas restrições à ensilagem do capim-elefante, a técnica tem sido incrementada em todo o país, obtendo bons resultados. Estima-se que, atualmente, a silagem de gramíneas perenes já corresponda a um terço do volumoso utilizado nos confinamentos, no Brasil.

Existe uma disparidade, contudo, entre qualidade e quantidade de forragem por ocasião da ensilagem, ou seja, quando a forragem tem boa qualidade para ser ensilada, o teor de umidade é muito elevado, podendo chegar a mais de 85%, o que favorece o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* indesejáveis para uma boa fermentação. Comportamento semelhante é apresentado por todas as outras gramíneas forrageiras tropicais. É oportuno ressaltar que, quando se deseja trabalhar com forrageiras que apresentam as características acima citadas, a atenção deve ser redobrada em relação aos processos fermentativos.

Guim et al. (2002) obtiveram teores de 26% de MS e 5,53% de carboidratos solúveis na MS para o capim-elefante, cortado aos 96 dias de crescimento, para a ensilagem. Já Tosi et al. (1995), trabalhando com capim-elefante cv. Mott, cortado aos 72 dias de rebrota, obtiveram teor de MS e de carboidratos solúveis iguais a 14,1% e 7,1%, respectivamente.

Vasconcelos et al. (2001), em trabalho com capim-elefante, encontraram teor de 18,6% de MS para a forragem cortada entre 75 e 84 dias de idade.

Também Rezende et al. (2002) obtiveram 17,5% de MS para o capim-elefante cortado aos 70 dias de crescimento.

Cada cultivar de capim-elefante, entretanto, pode apresentar uma idade de corte diferente, em função de diferenças de tempo para atingir a relação haste/folha igual a um, porém esta passa a ser um parâmetro balizador, a qual será alcançada com a gramínea na faixa dos 70 aos 90 dias de idade (Lavezzo, 1993). Vilela (1994), de forma mais abrangente, também concluiu que, das informações levantadas, o momento de corte adequado seria quando o capim-elefante estivesse com 70 dias de crescimento, o que equivaleria à altura de 1,90 m, tendo a forragem, nesta oportunidade, cerca de 18,6% de MS.

Conforme já discutido, nessa idade o capim-elefante apresenta alto teor de umidade. Narciso Sobrinho (1998) comenta trabalho de Knabe & Weise (1974) que demonstraram que em materiais com alta umidade a relação entre carboidratos solúveis (CHOsol) e poder tampão (PT) diminui, sendo que um teor mínimo de MS é requerido para evitar fermentações indesejáveis no silo. Esse mesmo autor cita também outro trabalho, de Wilkinson et al. (1982), que observaram que na silagem de plantas que apresentam teor de MS inferior a 21%, carboidratos solúveis inferiores a 2,2% na matéria verde e baixa relação entre carboidratos solúveis e poder tampão, os riscos de fermentações secundárias são maiores, sendo que os fatores que controlam as fermentações secundárias são a atividades da água, proveniente da própria umidade da planta e a acidez; ainda o teor de MS original da planta pode ser tomado como medida dessa atividade e o quociente açúcar original/poder tampão pode servir como indicador de acidez.

Em trabalho com silagens de capim-elefante confeccionadas com diferentes concentrações de MS de MDPS, farelo de trigo e sacharina, Andrade & Lavezzo (1998) encontraram aumento na ingestão de MS e redução na

digestibilidade dos componentes da parede celular com o aumento dos níveis de aplicação dos aditivos nas silagens.

2.2 O uso de subprodutos como aditivos na ensilagem de capim-elefante

Os resíduos agroindustriais são aqueles provenientes do beneficiamento industrial e/ou do processamento secundário de produtos agrícolas, pecuários e florestais. O acúmulo de resíduos oriundos das atividades agropecuárias é proporcional ao crescimento do agronegócio. Ao contrário do que acontecia no passado, quando resíduos eram dispostos em aterros sanitários, atualmente, conceitos de minimização, recuperação, aproveitamento de subprodutos e bioconversão de resíduos são cada vez mais difundidos e necessários para as cadeias agroindustriais (Laufenberg et al., 2003). Esses resíduos têm recebido, no entanto, maior atenção quanto ao controle de qualidade, passando à categoria de co-produtos que apresentam elevado potencial para redução de custos com alimentação, sobretudo, de bovinos confinados (Ezequiel et al., 2006).

De acordo com Grasser et al. (1995), o fornecimento de subprodutos de cultivo e de processamento industrial de alimentos para bovinos tem duas importantes vantagens: 1) diminuir a dependência dos bovinos por grãos que podem ser consumidos por humanos e 2) eliminar a necessidade de desenvolvimento de caros programas de manejo de resíduos. Além disso, tem a possibilidade de redução dos custos de produção sem perder a qualidade das dietas. Qualquer produto com valor nutricional e livre de contaminantes pode ser fornecido aos bovinos. Diversos subprodutos são particularmente adequados para dietas de ruminantes, pela sua habilidade em processar alimentos ricos em fibra e poder do rúmen de inibir fatores anti-nutricionais.

Geoffroy (1985) comenta que os resíduos agroindustriais podem ser estocados de duas maneiras: desidratados e ensilados. O primeiro método não é interessante, por aumentar os custos, enquanto o seguinte, de acordo com o

autor, é o mais simples e barato. Em se tratando de regiões tropicais, é possível conciliar os dois sistemas.

Outra maneira de armazenar esses subprodutos consiste na sua utilização como aditivos para silagens. Diversos subprodutos da agroindústria estão sendo avaliados e já utilizados como aditivos em silagem de gramíneas perenes, sobretudo da espécie *Pennisetum purpureum* Schum., objetivando adequar os teores de MS e de carboidratos solúveis da gramínea que, invariavelmente, são muito baixos na época ideal de corte. Outros requisitos que o aditivo deve atender incluem apresentar baixo custo, facilidade de aplicação, eficiência na fermentação e melhoria do valor nutritivo. Assim, o sucesso na utilização de aditivo de subprodutos na ensilagem de capim-elefante depende da escolha de um material que atenda a grande parte dessas condições.

Peres (1997) avaliou a polpa cítrica seca e peletizada como aditivo na ensilagem do capim-elefante (0, 5, 10 e 15%) e um tratamento com 10% de fubá de milho como testemunha. O autor observou que a polpa aumentou, significativamente, o teor de MS da silagem; os dois tratamentos com a maior dose de nível de polpa se igualaram ao tratamento com 10% de fubá de milho e, pelo seu efeito absorvente, diminuiu a produção de efluente. Para as silagens com 0,5 e 10% de polpa os valores médios de efluentes foram 40,4; 2,5 e 2,0 mL por kg de material ensilado, demonstrando que a polpa foi bastante efetiva como absorvente. As silagens com 0,5, 10 e 15% de polpa cítrica e 10% de fubá de milho apresentaram valores adequados de pH (3,8; 3,8; 3,8; 3,9; 3,8), baixos níveis de nitrogênio amoniacal (12,7; 11,8; 11,5; 10,9; 12,5% do nitrogênio total) e de ácido butírico (0,053; 0,220; 0,047; 0,058; 0,147% na MS).

Com relação ao uso do subproduto da produção de sucos e tubérculos como aditivo na ensilagem do capim elefante já está bem difundida a sua utilização, conforme pesquisas de Gonçalves et al. (2002), Ferreira et al. (2002), Neiva et al. (2007) e Ferrari Junior et al. (2001), trabalhando com subprodutos

da extração do suco de acerola, polpa cítrica, maracujá e raspa de mandioca, respectivamente. Pouco tem sido feito, entretanto, com a utilização de subprodutos de tubérculos de batata na ensilagem de capim-elefante no Brasil.

2.3 Batata Inglesa

A espécie *Solanum tuberosum* L. tem como centro de origem as proximidades do lago Titicaca, nos Andes, próximo à atual fronteira entre a Bolívia e o Peru; em razão da sua alta capacidade de adaptação, foi introduzida em todos os países do mundo (Harris, 1992). Conhecida popularmente por batata, batatinha ou, equivocadamente, batata inglesa (Filgueira, 2003), é uma das plantas que possui caule que acumula grande quantidade de amido, o tubérculo, tendo naquele o principal constituinte de sua composição. Ferrari (1981) define tubérculos como sendo caules modificados, que possuem folhas, gemas, internódios e caule radialmente expandido, ou ainda, raízes muito espessas por conterem grande quantidade de substâncias nutritivas, principalmente o amido.

O Brasil é o 19º produtor mundial de batata, com 3,46 milhões de toneladas métricas e o estado de Minas Gerais é líder nacional em produção e produtividade, tendo colhido 1.129.500 toneladas em 2007 (Agrianual, 2008). As principais regiões brasileiras produtoras de batata são o Sul e o Sudeste, sendo os Estados de Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina os maiores produtores, os quais em 2007 responderam por 86% da produção nacional (2,96 milhões de toneladas). Minas Gerais é líder nacional em produção e produtividade, tendo alcançado, em 2007, 1.129.500 toneladas e uma produtividade de 27.689 kg/há (Agrianual, 2008).

Em Minas Gerais, a região Sul de Minas é a principal produtora, respondendo por 60% da produção estadual em 2007, conforme dados (Agrianual, 2008).

2.3.1 Batata diversa

A constante e crescente busca de alimentos alternativos para viabilizar economicamente os sistemas produtivos, principalmente de bovinos criados em regimes intensivos, têm sido direcionadas para a utilização de subprodutos agroindustriais e agrícolas, existentes em grandes quantidades em diversas regiões do Brasil. Assim, o resíduo da batata, ou batata diversa, constitui em mais um subproduto para utilização na alimentação bovina.

O termo batata diversa é uma denominação usada para a batata imprópria para o comércio, mas não para o consumo, ou seja, aquele produto que não alcance os padrões de comercialização como tamanho e danos nos tubérculos decorrentes da colheita e beneficiamento. Normalmente, esse produto é gerado no beneficiamento como seleção, lavagem ou escova. Segundo informações da ABRAMIG – Associação dos Bataticultores de Minas Gerais, as perdas nesses processos variam de 15 a 20 % da produção, o que representou em 2007 de 169 a 225 mil toneladas de batata diversa. Existe, sim, grande disponibilidade de batata que poder ser utilizada na alimentação animal.

É importante criar alternativas de utilização da batata diversa. Uma saída seria avaliar formas de armazenamento e/ou beneficiamento dessa batata, visando a sua utilização na alimentação de animais ruminantes, especialmente bovinos. Tendo em vista ser um produto altamente perecível pelo reduzido tempo de armazenamento *in natura*, pois, segundo Balsalobre (1995) e Finger e Fontes (1999), acima de uma semana a deterioração é muito grande, principalmente em ambientes quentes, surge uma real dificuldade em manter a constância do alimento na dieta dos animais.

A melhor maneira de utilização da batata diversa na alimentação animal deverá ser, então, aquela em que se utiliza alguma forma de conservação, seja a ensilagem com algum material para elevar o teor de MS ou desidratação para se fazer raspa ou farelo, podendo, assim, ser armazenada por mais tempo.

As características nutricionais desses resíduos são semelhantes às da batata crua. No Brasil não existe disponibilidade desses subprodutos, uma vez que a indústria não processa esses resíduos, informa Balsalobre (1995).

2.3.2 Composição físico-química da batata

Segundo Balsalobre (1995), o farelo de batata apresenta 90,11% de MS, 8,45% de PB, 4,72% de EE, 4,49% de cinzas, 15,13% FDN, 7,61% Fibra Detergente Ácida (FDA) e 65% de amido.

O farelo de batata, segundo o NRC (2001), apresenta 85,4% de MS, 10,5% de PB, 22,1% de FDN, 16,5% de FDA e 12,8% de cinzas. É um subproduto rico em amido, com 57%.

2.3.2.1 Amido de batata

A fonte de energia geralmente mais utilizada como principal ingrediente do concentrado para vacas leiteiras no Brasil é o milho, por ser uma fonte rica em amido.

O amido representa 60 a 72% da composição dos grãos de cereais (Huntington, 1997) e está presente nas raízes e nos tubérculos (Zeoula, 1999). Um desses tubérculos é a batata, da qual se obtém a raspa como subproduto da sua classificação e cujo uso e de seus subprodutos na alimentação animal vem crescendo no mundo. O mercado comum europeu (MCE) é o maior centro importador de batata e vem utilizando-a cada vez mais na composição de rações balanceadas para nutrição animal em substituição ao milho e a cevada (Pires, 1999).

A batata diversa possui valores de amido entre 60-80% (Resende et al., 2007), sendo superiores aos do milho. Os grãos de amido da batata têm duas formas irregularmente ovóides ou subesféricos e os do milho, na parte da

periferia do albúmen são poliédricos e os da parte mais central do albúmen são ovóides ou piriformes. O tamanho dos grãos de amido também é diferente para essas fontes, sendo de 10-100 μm para batata e de 10-35 μm para o milho (Pires, 1999). Em grãos, como o milho, a amilopectina representa pelo menos 73% do amido e 27% de amilose, semelhante à batata diversa em que a amilopectina representa 75-79% e a amilose, 21-25%. Alguns aspectos físico-químicos do amido podem afetar a sua digestibilidade em um alimento. De modo geral, os principais fatores que podem interferir no aproveitamento desse polissacarídeo incluem a origem botânica, a relação amilose/amilopectina, o grau de cristalinidade, a forma física e o tipo de processamento do amido, assim como interações ocorridas entre essa substância e outros constituintes do alimento. Em razão dos altos teores de amilopectina existentes no amido da batata, essa apresenta maiores taxas de digestibilidade efetiva da MS, situando-se ao redor de 83,71%, sendo superior às da raspa da mandioca (75%) encontrada por Martins et al. (1999), considerando a mesma taxa de passagem ($k=0,05$).

De acordo com Owens et al. (1986), a utilização do amido pelos ruminantes varia com a espécie, o tipo de grão e o processamento. No intestino, 65% do amido são digeridos, com uma média de 82% digerido no intestino delgado. Os autores afirmam, ainda, que o amido digerido no intestino delgado é usado com eficiência 42% maior para ganho de peso do que quando digerido no rúmen e, embora a digestão nesse local possa ser limitada por enzimas, em dietas típicas, o tamanho físico das partículas contendo o amido parece limitar mais a digestão nesse local.

2.3.3 Uso de subprodutos da batata para bovinos

Church (1991) informa que aproximadamente 35% da batata produzida são descartadas no processo de industrialização. Existem diferentes formas de processamento da batata para o uso em nutrição animal, incluindo o farelo de

batata (resíduo do tubérculo da planta sem processamento, desidratado e moído); batata úmida (resíduo do processamento da batata para alimentação humana, composta, em grande parte, pela casca da batata utilizada sem desidratação); torta de filtro de batata (representando 20% do resíduo total da batata resultante da filtração a vácuo); flakes de batata (resíduo obtido do cozimento da batata, que é esmagado e desidratado) e polpa de batata (resíduo das sobras após a extração do amido). As características nutricionais desses resíduos são semelhantes às da batata crua. Todos esses resíduos apresentam valores nutricionais semelhantes aos da batata diversa crua, mas com algumas particularidades. A maior fonte de batata diversa no Brasil é o descarte no campo, no processo de lavagem e seleção ou quando o preço inviabiliza a comercialização da batata diversa.

Schneider et al. (1985) utilizaram farelo de batata ensilado com gramínea e leguminosa, na razão de 7,5% do peso fresco do farelo e substituindo 0,15 e 30% do milho moído na mistura concentrada, para 12 vacas da raça holandês preto e branco em lactação, alimentadas à vontade e individualmente. O farelo de batata foi consumido prontamente nas quantidades fornecidas. As médias diárias de produção de leite foram de 28,6 kg para as vacas recebendo silagem com farelo de batata comparada a 26,3 kg para as vacas recebendo silagem sem farelo de batata. A percentagem molar de acetato no rúmen foi menor e a de propionato foi maior nas vacas recebendo silagem com farelo de batata.

Onwubuemeli et al. (1985) utilizaram resíduo de batata úmido, composto de 60% de casca de batata, 30% de tubérculo de batata crua e 10% de tubérculo cozido, em percentagem da MS, para 32 vacas em lactação, substituindo 0, 10, 15 ou 20% do milho de alta umidade. Esses autores não observaram diferença no consumo de MS, produção de leite, teores de proteína no leite, teores de glicose no plasma e eficiência de utilização da MS entre os tratamentos, no entanto, a

percentagem de gordura tendeu a reduzir com o aumento da batata na dieta. As vacas que receberam maiores níveis de batata tenderam a ganhar mais peso.

A digestibilidade e o balanço de nitrogênio das dietas com 0, 10, 15 e 20% de resíduo de batata foram analisados por Onwubuemeli et al. (1985), quando observaram menor digestibilidade da FDA na dieta com 20% de resíduo comparado às demais. Os ganhos de peso dos animais e as eficiências de utilização da MS e PB não foram afetados por maiores teores do resíduo de batata na dieta. A inclusão de 20 e 30% de substituição do milho de alta umidade pelo resíduo processado de batata reduziu significativamente o consumo de MS, total de ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen, acetato e a relação acetato: propionato. Segundo Radunz et al. (2003), também, foi observado que aumentando quantidades de inclusão de batata de 0 a 40% em dietas de alta proporção de concentrado houve redução no consumo de MS e na digestibilidade em vacas leiteiras.

Stanhope et al. (1980) trabalharam com torta de filtro e avaliaram a digestibilidade desse material em doses crescentes de 0, 15, 30, 45 e 60% de substituição da cevada na dieta de bovinos de corte em terminação. Os autores observaram que o consumo e a digestibilidade da energia foram maiores para a dieta com 15% de batata na MS. Não houve diferença, porém, da digestibilidade da energia para a dieta com 45% de substituição. A digestibilidade da PB da batata foi baixa, 5,3 a 31,1 % comparado com a testemunha 69,9% mas devido às baixas doses de proteína do material. Esses mesmos autores avaliaram a digestão da MS e do amido da dieta nos diferentes segmentos do trato digestivo. A digestibilidade total da MS pelo trato digestivo não foi influenciada pela quantidade de batata na dieta. O consumo de amido reduziu, quando a proporção de batata na dieta elevou de 0 para 40%, mas também aumentou com 60% de resíduo. A digestão do amido não foi afetada em nenhum segmento do trato digestivo.

Monteils et al. (2002), estudando a cinética de degradação ruminal de trigo e batata com dois tipos de volumosos, silagens de gramíneas e de milho, observaram que o amido do trigo foi degradado a uma taxa de 34%/h pelos microorganismos de rúmen, enquanto para o amido de batata essa taxa foi de apenas 5%/h. Houve variações do pH ruminal, concentração de AGV total e proporções de acetato, propionato e butirato para as dietas à base de trigo em relação à de batata quando o volumoso foi silagem de gramíneas. Para volumoso, os riscos de acidose foram mais elevados com trigo do que com batata. Também, as concentrações de AGV se apresentaram altas. Essas diferenças de perfil de fermentação foram menores nas dietas à base de silagem de milho.

Schneider et al. (1985), trabalhando com gado de leite, adicionaram 7,5% de farelo de batata em silagem de leguminosa e registraram menores valores de FDA e FDN que a testemunha em decorrência da maior quantidade de amido. A produção de leite e o consumo de MS tenderam a aumentar e a gordura do leite a reduzir, porém sem significância. A digestibilidade da matéria orgânica e o teor de FDN reduziram, aumentando a concentração molar de ácido propiônico e reduzindo a de ácido lático. Os autores afirmam que a batata desidratada (em forma de farelo) pode ser usada como aditivo de silagens de gramíneas e leguminosas com vantagens para a alimentação de vacas em lactação. Para Balsalobre (1995), uma boa forma de utilização da batata diversa seria para a produção de silagens, em que algum produto, como, por exemplo, o farelo de batata diversa, seria acrescido no sentido de elevar a concentração de MS.

Como informa Balsalobre (1995), alguns relatos da literatura permitem concluir que para fazer silagem de batata, a mesma deveria ser aquecida ou tratada com vapor antes do processo de ensilagem. No entanto, os resultados encontrados em trabalhos de campo, realizados entre 1991 e 1995, na região de

São João da Boa Vista (SP), utilizando a batata sem tratamento térmico, com 10% de mistura de farelo de soja e algodão, mostram que o tratamento com calor é dispensável. Nesse processo, tentou-se fazer silagem com batatas moídas e intactas, preferindo-se as batatas intactas.

Sugimoto et al. (2007) não verificaram nenhum efeito sobre o consumo e a digestibilidade de silagens de batata tratada ou não com uréia, porém, a degradação da fração A era mais alta na silagem de batata tratada com 0,5% de uréia, em comparação à taxa de degradação de fração B, em relação à silagem de batata não tratada. Também Grigsby et al. (1992), trabalhando com silagens de batata tratada ou não com uréia, verificaram que a taxa de degradação da fração B foi mais baixa e a digestibilidade efetiva foi maior para a silagem de batata tratada com uréia em relação à silagem de batata não tratada. Esses autores sugeriram que a ação química da amônia diminuiu a solubilização da fração B durante o período de estocagem

Hoover et al. (1976) ensilaram feno, aveia e batata in natura (50% batatas em diferentes proporções, 50% feno; 60% batatas, 20% feno, 20% aveias inteiras; 50% batatas, 25% feno, 25% aveias inteiras e silagem de milho) e observaram que as proporções de 50% de feno e 50% de batata proporcionaram o maior consumo, 3,0% do Peso Vivo (PV). Esse maior consumo resultou em maior aporte de energia total, absorção de N, FDA, celulose e cinzas que as outras silagens.

Sugimoto et al. (2006), trabalharam com três doses de concentrado, 0,2, 0,4 e 0,6% do PV (% MS) e dois tipos de suplemento energético, uma silagem de polpa de batata e uma dieta à base de grão. Na dieta à base de grão o pH ruminal de bovinos de corte foi menor que o da dieta à base de polpa de batata. Os autores observaram uma tendência de redução da taxa de degradação in situ da forrageira com o aumento dos níveis de concentrado, mas essa tendência não foi observada na dieta com polpa de batata.

2.4 Produção de gases in vitro

A técnica de produção de gases in vitro também se baseia na degradação dos alimentos pelos microrganismos ruminais. Através da simulação in vitro do ambiente ruminal, a técnica permite, além de mensurar o desaparecimento de material no decorrer do tempo, pôr meio através da quantificação dos resíduos após a incubação, visualizar a cinética fermentativa, uma vez que esta técnica também mede a formação de subprodutos (gases) da ação microbiana durante o processo de degradação.

As simulações das fermentações ruminam ocorre em frascos de vidro hermeticamente fechados, contendo uma solução tampão, uma solução de macro e micro-minerais e um inóculo (microrganismos ruminais) (Bueno, 1998). A medição da produção de gases pode ser feita em tempos pré-determinados para a descrição da cinética de fermentação e, após 96 horas de incubação, o material residual é filtrado para a determinação da matéria orgânica digerida (MOD) (Theodorou et al., 1994). É possível estimar a quantidade de substrato que foi digerido. Outra possibilidade apresentada por essa metodologia é a determinação da degradabilidade da MS e/ou matéria orgânica durante a produção de gases. Isso permite que melhor se interprete a cinética fermentativa, comparando-a à taxa de desaparecimento de material, semelhante ao que é feito pela técnica in situ de degradabilidade ruminal desenvolvida por Ørskov & McDonald (1979)

Uma outra vantagem dessa metodologia é a praticidade de se medir a produção de gases, com o uso de um transdutor e a pequena quantidade necessária de material para um ensaio (Theodorou et al., 1994; Perez, 1997; Maurício et al., 1998; 1999).

Alguns modelos matemáticos são utilizados para expressar os dados da cinética fermentativa, sendo os mais comumente empregados nos trabalhos científicos o de Ørskov & McDonald (1979) e o de France et al. (1993). O modelo de France et al. (1993) representa melhor o perfil sigmoidal da cinética

fermentativa do que o modelo de Ørskov & McDonald (1979) por ser a técnica de produção de gases mais sensível que a técnica das sacolinhas. O modelo exponencial de primeira ordem de Ørskov & McDonald (1979) não se ajusta adequadamente aos dados e subestima o tempo de colonização inicial.

Os parâmetros comparados são “lag time” (LAG), degradabilidade *in vitro* da MS (DEG) e produção de gases. Bueno et al. (2001) sugeriram duas novas relações entre a produção de gases após 48 h (G48), 96 h (G96) e o potencial de produção de gases (POT), que são entre G48 e G96 (REL 1) e entre G96 e POT (REL 2). Esses dois parâmetros (REL 1 e REL 2) foram incluídos para melhor entender a cinética fermentativa. Supondo um tempo médio de retenção do alimento no rúmen não superior a 50 h, seria desejável que os nutrientes digestíveis fossem digeridos nesse intervalo. Assim, a REL 1 representa a proporção da quantidade de gases produzidos durante as primeiras 48 h em relação ao tempo total do ensaio (96 h). Quanto mais próximo de 1, indica que melhor foi o aproveitamento dos nutrientes disponíveis. A REL 2 representa a proporção do potencial de produção de gases que foi conseguida em 96 horas. Em longo período de incubação, a fermentação dos alimentos deve atingir o seu potencial, assim a relação deve ser mais próxima de 1. Caso isso não ocorra, o período de incubação do ensaio não foi suficiente ou a taxa de fermentação do alimento é tão baixa que o modelo matemático não consegue ajustar aos dados de modo satisfatório.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. B.; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim elefante: III., valor nutritivo e consumo voluntário e digestibilidade em ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 12, p. 2015-2023, 1998.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. 520 p.

BALSALOBRE, M. A. A. Batata, beterraba, cenoura e nabo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1995. p. 99-121.

BUENO, I. C. S. **Comparação entre técnicas in vitro e in situ de avaliação de braquiária para ruminantes**. 1998. 133 p. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

BUENO, I. C. S.; CABRAL FILHO, S. L. S.; GOBBO, S. P.; MACHADO, M. C.; PAVAN, C.; ABDALLA, A. L. Effect of tropical diets on inocula used on in vitro gas production technique. In: ANNUAL MEETING OF THE BRITISH SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 2001, New York. **Proceedings...** Penicuik: BSAS, 2001. p. 110.

CHURCH, D. C. **Livestock feeds & feeding**. 3.ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1991. 549 p.

EZEQUIEL, J. M. B.; SILVA, O. G. C.; GALATI, R. L. Desempenho de novilhos Nelore alimentados com casca de soja ou farelo de gérmen de milho em substituição parcial ao milho moído. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 569-575, 2006.

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

FERRARI, M. G.; MENEZES, N. L. de; MONTEIRO, W. R. **Glossário ilustrado de botânica**. São Paulo: Nobel, 1981. 197 p.

FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M. Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim elefante contendo diferentes níveis de subproduto da indústria de suco de caju. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife, PE. **Anais...** Recife, 2002. 1 CD-ROM. (Trabalho, 04)

FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas**: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA, 2003. 333 p.

FINGER, F. L.; FONTES, P. C. R. Manejo pós-colheita da batata. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 197, p. 105-111, mar./abr. 1999.

FRANCE, J.; DHANOA, M. S.; THEODOROU, M. K.; LISTER, S. J.; DAVIES, S. J.; ISAC, D. A model to interpret gas accumulation profiles with in vitro degradation of ruminant feeds. **Journal of Theoretical Biology**, London, v. 163, p. 99-111, 1993.

GEOFFROY, F. Fruits and fruit by-products as cereal substitutes in animal feeding. In: FAO EXPERT CONSULTATION ON THE SUBSTITUTION OF IMPORTED CONCENTRATE FEEDS IN ANIMAL PRODUCTION SYSTEMS IN DEVELOPING COUNTRIES, 1985, Rome, Italy. **Proceedings...** Rome, 1985. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/x6618e/X6618E13.PDF>>. Acesso em: 10 jan. 2009.

GONÇALVES, J. S.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M. Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) contendo diferentes níveis de subproduto de acerola (*Malpighia glabra*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife, PE. **Anais...** Recife, 2002. 1 CD-ROM. (Trabalho, 042)

GRASSER, L. A.; FADEL, J. G.; GARNETT, I.; DEPETERS, E. J. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, p. 962-971, 1995.

GRIGSBY, K. N.; KERLEY, M. S.; PATERSON, J. A.; WEIGEL, J. C. Site and extent of nutrient digestion by steers fed a low-quality brome grass hay diet with incremental levels of soybean hull substitution. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 1941-1949, 1992.

GUIM, A.; ANDRADE, P.; ITURRINO-SCHOCKEN, R. P.; FRANCO, G. L.; RUGGIERI, A. C.; MALHEIROS, E. B. Estabilidade aeróbica de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurchecido e tratado com inoculante microbiológico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 2176-2185, 2002.

HARRIS, P. **The potato crop**: the scientific basis for improvement. London: Chapman and Hall, 1992. 437 p.

HOOVER, W. H.; SNIFFEN, C. J.; WILDMAN, E. E. Nutrive value of potato-based silages for dairy bulls. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 59, p. 1286-1292, 1976.

HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 852-867, 1997.

LAUFENBERG, G.; KUNZ, B.; NYSTROM, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept: (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, Essex, v. 87, n. 2, p. 167-198, 2003.

LAVEZZO, W. Ensilagem de capim elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1993. p. 169-275.

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

MAURICIO, R. M.; ABDALLA, A. L.; VITTI, D. M. S. S.; OWEN, E.; GIVENS, I.; BUENO, I. C. S.; CABRAL FILHO, S. L. S. Uso de líquido ruminal e fezes como fonte de inóculo para a técnica in vitro de produção de gases. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 314-316. 1 CD-ROM. (Trabalho, 089)

MAURICIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S.; OWEN, E.; CHANNA, K. S.; THEODOROU, M. K. Semi automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 79, p. 321-330, 1999.

MONTEILS, V.; JURJANZ1, S.; COLIN-SCHOELLEN, O.; BLANCHART, G.; LAURENT, F. Kinetics of ruminal degradation of wheat and potato starches in total mixed rations **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 235-241, 2002.

NARCISO SOBRINHO, J. N. **Silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), em três estádios de maturidade, submetido ao emurchecimento**. 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, DC: National Academy, 2001. 381 p.

NEIVA JÚNIOR, A. P.; SILVA FILHO, J. C.; TIESENHAUSEN, I. M. V. E.; ROCHA, G. P.; CAPPELLE, E. R.; COUTO FILHO, C. C. C. Efeito de diferentes aditivos sobre os teores de proteína bruta, extrato etéreo e digestibilidade da silagem de maracujá. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 871-875, 2007.

ONWUBUEMELI, C.; HUBER, J. T.; KING, K. J.; JOHNSON, C. O. L. E. Nutritive value of potato processing wastes in total mixed rations for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 5, p. 1207-1214, May 1985.

ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, p. 449-453, 1979.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, p. 1364-1648, 1986.

PERES, J. R. **Avaliação da polpa de citros seca e peletizada como aditivo na ensilagem do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum)**. 1997. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

PEREZ, J. R. O. Sistema para a estimativa de digestibilidade in vitro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras, FAEPE-UFLA, 1997. p. 55-68.

PIRES, A. V. **Efeitos da inclusão de fontes de amido e silagem de milho em dietas à base de cana-de-açúcar na digestibilidade de nutrientes e na produção de leite de vacas holandesas.** 1999. 120 p. Tese (Livre-Docência em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

RADUNZ, A. E.; LARDY, G. P.; BAUER, M. L.; MARCHELLO, M. J.; LOE ER, B. P. Influence of steam-peeled potato processing waste inclusion level in beef finishing diets: effects on digestion, feedlot performance, and meat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 2675-2685, 2003.

REZENDE, A. V.; EVANGELISTA, A. R.; BARCELOS, A. F.; SIQUEIRA, G. R.; SANTOS, R. V.; MAZO, M. S. Efeito da mistura da planta de girassol (*Helianthus annuus* L.) durante a ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) no valor nutritivo da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 1938-1943, 2002.

REZENDE, V. M.; PAIVA, P. C. A.; BARCELOS, A. F.; TEIXEIRA, J. C.; NOGUEIRA, D. M. Degradabilidade ruminal das silagens de capim-napier produzidas com diferentes níveis de farelo de batata diversa. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 485-491, 2007.

RODRIGUES, P. H. M.; ANDRADE, S. J. T.; ALMEIDA, L. F. S.; MEYER, P. M.; LIMA, F. R.; LUCCI, C. S. Inoculação microbiana da alfafa para ensilagem sobre digestibilidade aparente em carneiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 1925-1930, 2001.

SCHNEIDER, P. L.; STOKES, M. R.; BULL, L. S.; WALKER, C. K. Evalution of potato meal as a feedstuff for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 7, p. 1738-1743, July 1985.

STANHOPE, D. L.; HINMAN, D. D.; EVERSON, D. O.; BULL, R. C. Digestibility of potato processing residue in beef cattle finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 51, p. 202-206, 1980.

SUGIMOTO, M.; SAITO, W.; OOI, M.; SAITO, Y.; SAITO, T. The effects of potato pulp and feeding level of supplements on digestibility, in situ forage degradation and ruminal fermentation in beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 587-594, 2006.

SUGIMOTO, M.; CHIBA, T.; KANAMOTO, M.; HIDARI, H.; KIDA, K.; SAITO, W.; OOI, M. Effects of urea treatment of potato pulp and inclusion levels of potato pulp silage in supplements on digestibility and ruminal fermentation in beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 587-595, 2007.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; MCALLAN, A. B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 48, p. 185-197, 1994.

TOSI, H. Conservação de forragem como consequência do manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 1., 1973, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1973. p. 117-140.

TOSI, H.; RODRIGUES, L. R. A.; JOBIM, C. C.; OLIVEIRA, M. D. S.; SAMPAIO, A. A. M.; ROSA, B. Ensilagem do capim-elefante cv. Mott sob diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 24, n. 6, p. 909-916, 1995.

VASCONCELOS, S. H. L.; BRAGA, A. P.; RIBEIRO, H. U.; OTANI, A. E.; BARRA, B. P.; SILVA, A. C. Efeito da adição de rama de meloeiro (*Cucumis melo* L.) sobre a composição químico-bromatológica da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), cv. Cameron. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. 1 CD-ROM. (Trabalho, 0427).

VILELA, D. Utilização do capim-elefante na forma de forragem conservada. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; CARVALHO, L. A. **Capim-elefante: produção e utilização**. Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL, 1994. p. 117-164.

WILKINSON, J. M.; CHAPMAN, P. F.; WILKINS, R. J. Interrelationships between pattern of fermentation during ensilage and initial crop composition. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., 1981, Lexington. **Proceedings...** Boulder: Westview, 1982. p. 631-634.

ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; BRANCO, A. F. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 28, n. 5, p. 898-905, 1999.

CAPÍTULO 2

**Consumo de nutrientes por vacas em lactação recebendo silagens de capim-
elefante aditivadas com raspa de batata diversa**

RESUMO

O trabalho foi conduzido nas instalações da Fazenda Experimental da EPAMIG, localizada no município de Três Pontas - MG. Foram selecionadas 12 fêmeas, sendo 9 (50 a 70 meses) e 3 (36 a 42 meses), lactantes, com peso aproximado de 550 kg. O delineamento experimental constituiu-se de um change - over, representado por um Quadrado Latino 4 x 4, repetido três vezes, com 4 períodos experimentais e 4 tratamentos de silagens de milho (SM), de capim-elefante (SC), de capim-elefante aditivada com 7% de raspa de batata diversa (SC 7%) e de capim-elefante aditivada com 14% de raspa de batata diversa (SC 14%). Os fatores considerados para a montagem dos blocos foram a produção de leite e a ordem de parto. Os objetivos da condução deste trabalho foram avaliar a quantidade ingerida por vaca em lactação em função da MS consumida de dietas compostas de silagens aditivadas com resíduo de batata. Os animais submetidos às dietas com SM, SC 14% e SC 7% apresentaram ingestões mais altas de MS do que aqueles que ingeriram dietas à base de silagem de capim-elefante puro (SC). As ingestões de MO, PB e EE seguiram a mesma tendência de queda de IMS, sendo menor para o tratamento SC. Com relação às ingestões de carboidratos totais (ICHT) e carboidratos não estruturais (ICNE), não houve diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos. A SC proporcionou as maiores ingestões de FDN e FDA, diferentemente da ingestão de MS, em decorrência das maiores concentrações desses nutrientes na SC. A adição de resíduo de batata nas silagens de capim-elefante melhorou a ingestão de MS e ingestão de nutrientes como PB, EE e P. E redução no consumo de FDA.

Palavras- chave: farelo de batata, *Pennisetum purpureum*, *Solanum tuberosum*

ABSTRACT

The work was driven at the dependences of Experimental Farm of EPAMIG, located in the municipal district of Três Pontas - MG. 12 females were selected, being 9 (50 to 70 months of age) and 3 (36 to 42 months of age), lactic, with approximate weight of 550 kg. The experimental design was constituted of a change-over, corresponding for a Latin Square 4 x 4 repeated three times., with 4 experimental periods, 4 treatments. Being the treatments corn silages (CS), of elephant grass (EG), of elephant grass aditivada with 7% of shaving of several potato (EG7%) and of elephant grass aditivada with 14% of shaving of several potato (EG14%). The factors considered for the assembly of the blocks were the milk production in the two days before the beginning of the pre-experimental period and the childbirth order. The objectives of this work were to evaluate the amount of ingested nutrients in function of DM consumed in diets composed with corn e elephant grass silages plus potato residue in cows by nursing. The animals submitted to the diets with silages CS, ES 14% and ES 7% presented ingestions more discharges of DM than those that ingested diets the base of silage of pure grass perennial. The ingestions of OM, CP and EE followed the same tendency of fall of DMI, being smaller for the treatment ES. Regarding the ingestions of total carbohydrate (TCHI) and don't structure carbohydrate (NSCI) there were not differences ($P>0,05$) among the treatments. To ES it provided the largest ingestions of NDF and ADF, differently of the ingestion of DM, due to the largest concentrations of these nutritious ones in ES. The addition of potato residue in the elephant grass silage improved the ingestion of DM and ingestion of nutrients as CP, EE and P and reduction of ingestion of ADF.

Keyword: potato bran, *Pennisetum purpureum*, *Solanum tuberosum*

1 INTRODUÇÃO

A utilização de subprodutos na alimentação do gado leiteiro pode ser uma alternativa para solucionar questões ambientais e econômicas, apresentando ainda vantagens que, na diminuição da dependência dos bovinos por cereais, possam servir na alimentação humana e redução no custo total de produção. Para ser atrativo economicamente, uma das características que o subproduto deve apresentar é o baixo custo.

Os subprodutos que podem e são utilizados na alimentação de ruminantes são muito numerosos. Entre eles, o resíduo agrícola da batata, (*Solanum tuberosum* L.) a batata diversa, pode constituir-se em mais uma alternativa em função de ser constituída de 57% de amido na MS e da grande quantidade produzida anualmente.

Dickey et al. (1974) e Marx (1974) informam que subprodutos de batata podem ser utilizados na ração de vacas em lactação como substituto do milho (*Zea mays* L.) ou como aditivos para silagem. A batata diversa, utilizada como aditivo para a silagem, tem o benefício de minimizar os problemas de armazenamento da mesma.

Rezende et al. (2007), trabalhando com silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) aditivadas com várias proporções de raspa de batata, constataram que, à medida em que se elevou a quantidade de batata, foram registrados menores teores de FDN e FDA e maiores teores de PB e valores de Digestibilidade *In Vitro* da Matéria Seca (DIVMS) em relação à silagem testemunha.

Rezende et al. (2009), trabalhando com silagens Cana-de-açúcar aditivadas com varias proporções de raspa de batata, observaram que nos teores

de 7 e 14% produziram silagens de qualidade satisfatória, melhorando as características químicas e nutricionais.

Schneider et al. (1985) utilizaram silagens de gramínea e leguminosa aditivadas com 7,5% de farelo de batata, para 12 vacas da raça holandesa em lactação, alimentadas à vontade e individualmente. Esses autores observaram que consumo de MS tendeu a aumentar, alcançando 19,82 kg/dia para as vacas recebendo silagem com farelo de batata e 18,77 kg/dia para as vacas recebendo silagem sem aditivo.

Os objetivos da condução deste trabalho foram avaliar a ingestão de MS consumida em dietas compostas com silagens aditivadas com resíduo de batata para vacas em lactação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da EPAMIG, localizada no município de Três Pontas - MG, a 85 km da cidade de Lavras e no Laboratório de Pesquisa Animal da Universidade Federal de Lavras. O experimento foi iniciado na segunda semana do mês de março de 2006 e se estendeu até a quarta semana do mês de maio do mesmo ano.

2.2 Delineamento experimental e período experimental

O delineamento experimental constitui-se de um change-over, representando por um Quadrado Latino repetido três vezes. Cada quadrado latino foi atribuído a um grupo homogêneo de quatro vacas, no qual as vacas constituíram-se nas “colunas” e os períodos de observação nas linhas. As 12 vacas foram selecionadas de um rebanho de 50 vacas e agrupadas nos quadrados latinos de acordo com a ordem de lactação e a produção de leite nos dias anteriores ao início do período pré-experimental.

Os períodos experimentais tiveram a duração de 21 dias cada. O período pré-experimental, também conhecido como período de adaptação, foi aquele em que os animais foram alojados aleatoriamente nas baias, durante 14 dias, sendo adaptados ao novo tratamento (dieta). O período experimental foi aquele em que houve a coleta dos dados, iniciando-se no décimo quinto dia, com duração de 7 dias. Após cada rodada de tratamentos foram repetidas todas as atividades, com novos sorteios dos tratamentos dentro de cada quadrado latino.

2.3 Animais utilizados

Foram selecionadas 12 fêmeas, sendo 9 (50 a 70 meses), lactantes, com peso aproximado de 550 kg e 3 (36 a 42 meses), lactantes, com peso de 440 a 500 kg. Todas as vacas são Puras Origem (PO). Foram levados em consideração o número de dias de lactação (acima de 90 dias) e a produção de leite em torno de 25 kg/dia.

Os animais foram pesados, no início e no final de cada período experimental. Os pesos dos animais foram aferidos por meio de uma balança mecânica.

2.4 Manejo e arração dos animais

Os animais foram alojados em taystall, com comedouro, cocho de sal e água individualizados. As baias do taystall foram separadas com cerca de madeira, com cama de areia. Antes de entrarem nas instalações, os animais receberam medicamentos contra ecto e endoparasitos.

As dietas experimentais estão descritas na TABELA 1. Os ingredientes dietéticos foram manualmente pesados e misturados, para oferecimento aos animais na forma de dieta completa, fornecida duas vezes ao dia, sendo 60% após a ordenha da manhã (6 h) e 40% após a ordenha da tarde (17 h), em quantidades suficientes para propiciar 10% do oferecido como sobras. A proporção de ingredientes na MS dietética foi mantida constante por monitoramento semanal dos teores de MS das silagens por secagem em estufa a 60°C. Durante a permanência dos animais na ordenha não foi realizada nenhuma suplementação alimentar.

2.5 Tratamentos

No experimento foram utilizadas as três silagens de capim-elefante, duas acrescidas de batata diversa e uma silagem de milho, conforme os tratamentos a seguir:

T1 (SM) = Silagem de milho (padrão).

T2 (SC) = Silagem de capim-elefante (testemunha),

T3 (SC 7%) = Silagem de capim-elefante + 7% batata diversa.

T4(SC 14%) = Silagem de capim-elefante + 14% batata diversa.

No momento da ensilagem dos tratamentos que contêm resíduo de batata, as carretas que transportavam o material volumoso foram pesadas para conhecer o peso do material e poder calcular a quantidade de raspa de batata diversa que tinha que ser adicionada de cada carreta com o volumoso. Foi distribuída no comprimento total do silo, totalizando uma altura aproximada de 30 cm e, logo após a distribuição, foi adicionado o aditivo, distribuindo em toda extensão do silo e misturado com o auxílio de um garfo, para obter uma mistura homogênea do material . As silagens foram armazenadas em silos do tipo superfície, com capacidade para 15 toneladas.

As dietas experimentais estão descritas na TABELA 1:

TABELA 1 Composição das dietas experimentais.

ITENS	SM	SC	SC 7%	SC 14%
Volumoso(kg/dia)	40,00	32,20	26,90	27,80
Polpa de citros (kg/dia)	3,10	6,50	5,70	3,70
Milho (kg/dia)	2,50	2,50	2,50	2,50
Caroço de algodão (kg/dia)	2,50	2,50	2,50	2,50
Farelo de soja (kg/dia)	2,90	2,90	2,90	2,90
Sal branco (kg/dia)	0,07	0,07	0,07	0,07
Uréia(kg/dia)	0,10	0,15	0,12	0,09
Premix Min e Vit (kg/dia)	0,30	0,30	0,30	0,30
IMS (%)	21,2	21,2	21,2	21,2
PB (%)	16,4	16,3	16,01	16,3
NDT (%)	71,27	68,64	69,24	71,16
FDNF(%)	28,3	28,3	28,3	28,3
Ca(%)	0,70	0,85	0,82	0,73
P(%)	0,40	0,37	0,39	0,40

IMS = Ingestão de matéria seca

PB = proteína bruta

NDT = Nutrientes digestíveis totais

FDNF = Fibra detergente neutra de forragem

Ca= Cálcio

P= Fósforo

As dietas foram calculadas de acordo com o NRC (2001) para atender as exigências de vacas adultas, com peso vivo de 550 kg, não gestantes, com produção de leite de 25 kg/dia, com 3,5% de gordura e sem nenhum ganho de peso. Durante o período total do experimento ocorreu uma precipitação pluviométrica em torno de 50 mm e a temperatura média foi abaixo de 24°C. Durante a formulação das dietas (tratamentos) foram tomados alguns cuidados, como manter o mesmo nível de FDN, oriundo da forragem em todos os tratamentos, somente variando na FDN de fonte não forrageira (caroço de algodão). Foi necessária a correção do déficit protéico nas dietas experimentais.

Em razão das diferenças protéicas entre as silagens utilizadas, todos os tratamentos foram corrigidos com uréia.

2.6 Colheita dos dados

As sobras foram colhidas diariamente, pela manhã, para a avaliação de consumo dos nutrientes presentes na dieta. A quantidade de alimento oferecida, menos as sobras alimentares, foi considerado o consumo diário de matéria natural. Nos dias 15 a 21 de cada período, as sobras foram amostradas, congeladas e foi formada uma amostra composta por cada vaca. Nos mesmos dias, foram colhidas amostras das silagens e dos concentrados. O consumo de MS foi calculado, multiplicando o consumo diário de matéria natural de cada alimento, entre os dias 15 e 21 de cada período, por seu teor de MS; desse número foi subtraída a sobra diária de MS.

2.7 Análises

Foram realizadas análises laboratoriais para determinar a composição bromatológica da raspa de batata, silagem de milho, silagem de capim-elefante e silagem de capim-elefante mais raspa de batata, concentrados e sobras ao término de cada período experimental, sendo as análises efetuadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras.

As amostras foram congeladas e estocadas a -20°C e permaneceram assim até o final do período experimental, quando foram processadas via pré-secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura de 60°C, por 72 horas. Posteriormente, foram moídas em moinho do tipo Willey com peneira de 2 mm.

2.8 Análises da forragem e concentrado

- Matéria Seca (MS): as análises de MS foram realizadas pelo método de pré-secagem, em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas e, posteriormente, pelo método de estufa a 105°C, segundo Association of Official Analytical Chemists, AOAC (1990).

- Proteína bruta (PB): foi estimado o teor de proteína dos alimentos a partir da percentagem de N, pelo método micro Kjeldahl, segundo A.O.A.C.(1990).

- Matéria Orgânica(MO) foi determinada pela subtração da matéria mineral da matéria seca total.

- Extrato etéreo (EE) foi determinado conforme o método recomendado pela A.O.A.C. (1990).

- Fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA): foram determinadas segundo Silva e Queiroz (2002).

- Cálcio (Ca) e fósforo (P): foram analisados por colorimetria, segundo Silva e Queiroz (2002).

- Matéria Mineral (MM): obtida segundo técnica da A.O.A. C (1990).

- Nitrogênio amoniacal (das silagens): como percentagem do nitrogênio total, conforme A.O.A.C. (1990).

- Fibra em detergente neutro corrigida para proteína (FDNcp)-determinado segundo Silva & Queiroz (2002).

- Poder Tampão: foi determinado utilizando-se amostras congeladas de acordo com a técnica descrita por Playne & McDonald (1966).

Utilizando-se a metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), foram determinados os carboidratos presentes nas quatro dietas, conforme descrito a seguir:

- Carboidratos totais (CHT) = CHT (% na MS) = 100 – PB (% MS) – EE (% na MS) - MM(% na MS)

- Carboidratos não estruturais (CNE) = CNE (%CHOT) = MO - (PB+ EE+ FDNcp)

Em que: MS = matéria seca, EE = estrato etéreo; PB = proteína bruta; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para proteína.

2.9 Análises estatísticas

Os resultados foram analisados utilizando-se o software SISVAR e o modelo estatístico que se usou- para o trabalho foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + q_i + p_{(i)j} + a_{(i)k} + T_l + q_{Til} + e_{ijkl}, \text{ em que:}$$

Y_{ijkl} é a produção do tratamento i, da vaca k, no período j dentro do quadrado latino i;

μ é a média geral;

q_i é o efeito do quadrado i, com $i = 1,2,3$;

$p_{(i)j}$ é o efeito do período j dentro do quadrado latino i, com $j = 1,2,3,4$;

$a_{(i)k}$ é o efeito da vaca k, dentro do quadrado i, com $i = 1,2,3,4$;

T_l é o efeito do tratamento l, com $l = 1,2,3,4$;

q_{Til} é o efeito da interação entre o quadrado i, com o tratamento l

e_{ijkl} é o erro experimental, aleatório, independente, com distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

As médias dos tratamentos foram comparadas utilizando-se a técnica de contrastes ortogonais com a seguinte estrutura (TABELA 2)

TABELA 2 Contrastes ortogonais utilizados para determinar as diferenças ocorridas entre os tratamentos relacionados no período experimental

Contrastes	Contrastes
Y_1	3SM x (SC+ SC 7%+SC 14%)
Y_2	2SC x (SC 7%+SC 14%)
Y_3	SC 7% x SC 14%

*Contrastes obtidos a partir das médias das inferências analisadas durante o período experimental

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dados da dieta

Os dados da análise bromatológica das silagens e do aditivo são apresentados na TABELA 3.

TABELA 3 Composição bromatológica das silagens e do resíduo de batata

Variáveis	Tratamentos				
	SM	SC	SC 7%	SC 14%	Batata
MS %	27,5	25,00	32,5	37,8	85,2
pH	3,75	4,2	3,89	3,95	-
N-NH ₃ *	4,5	9,88	6,5	5,32	-
PB %	7,5	5,8	6,8	7,6	12,64
FDN %	54,5	73,9	68,6	57,1	13,91
FDA %	31,0	42,0	38,0	33,0	6,55
EE %	3,4	1,9	3,0	3,2	3,88
Amido %	-	-	-	-	58,6
DIVMS %	73,7	65,34	68,84	72,77	89,86
Ca %	0,3	0,33	0,27	0,25	0,13
P %	0,2	0,27	0,26	0,22	0,18

*Nitrogênio Amoniacal(N-NH₃) como %do N total.

Os valores de MS, PB, EE, FDN, FDA, Ca e P da silagem de milho deste trabalho estão dentro dos limites de variação encontrados na literatura, (Almeida et al., 1995; Mora et al., 1996; Lavezzo et al., 1997; Pimentel et al., 1998).

Rezende et al. (2007), ao pesquisar silagem de capim-elefante adicionada de batata diversa, observou que, à medida em que se adicionaram 5 a 20% de farelo de batata diversa, houve aumento nos teores de MS e PB de 34,45 a 40,83% e de 7,88 a 8,51%, respectivamente. Por outro lado, houve redução nos teores de FDN e FDA de 71,66 a 58,75% e de 39,60 a 36,11%, respectivamente, da mesma forma que se observou no presente estudo.

Os teores de MS, PB, EE, FDN, FDA, Ca e P relatados na literatura para a silagem de capim-elefante puro estão conforme os trabalhos de (Herling et al., 1999; Bernardino et al., 2003; Souza et al., 2003; Coelho et al., 2003)

Com relação aos valores de pH e N-NH₃/NT das quatro silagens, os mesmos são aceitáveis de acordo com a literatura, McDonald et al. (1991), Van Soest (1994).

3.2 Ingestão de Nutrientes

Houve efeito significativo para a ingestão de matéria seca ($P < 0,05$), (TABELA 1A). Como pode ser observado na TABELA 4, houve efeito significativo para contraste y_2 e y_3 .

Com relação ao contraste y_2 , a ingestão de MS, referente ao tratamento silagem de capim-elefante, mostrou-se numérica e estatisticamente inferior às silagens de SC 14%, SC 7%. A menor ingestão de matéria seca da SC, em relação às duas silagens SC 7% e SC 14%, foram de 4,61 e 9,84%, respectivamente. A SC 14% apresentou maior consumo que a SC 7% ($P < 0,05$) cuja redução foi de 5,49% que ocorreu em função da adição, bem como do nível incremento de batata diversa na silagem de capim, que proporcionou um aumento no teor de matéria seca, amido, diminuição no teor de FDN, FDA para essas silagens SC 14%, SC 7%. Isso demonstra que, mesmo com a disponibilidade de FDN de forragem semelhante para todos os tratamentos, ocorreu diferença no consumo em função de digestibilidade dessas silagens como pode ser observado na TABELA 3.

Não houve efeito significativo ($P < 0,05$) para o contraste envolvendo a SM. É possível que a ausência de efeito tenha sido determinada pelo fato de que a SM ter apresentado baixo teor de matéria seca 27,50% inferior ao recomendado (entre 32 e 35%), sugerindo que o material entre si, ensilado antes

do ponto ideal de colheita, conforme realizado por Nussio (1991), pode levar à obtenção de uma silagem com menor teor de amido e aumento no teor de FDN.

TABELA 4 Valores de ingestão de matéria seca (IMS); de matéria orgânica (IMO); de proteína bruta (IPB); de extrato etéreo (IEE); de carboidratos totais (ICHOT); de carboidratos não fibroso (ICNE); de fibra em detergente neutro (IFDN); de fibra em detergente ácido (IFDA); de cálcio (ICa); de fósforo (IP); de fibra em detergente neutro em relação ao peso vivo (IFDN, %PV); de matéria seca em relação ao peso vivo (IMS, %PV) nos diferentes tipos de silagens e respectivos contrastes testados.

Itens ¹	Tratamentos				Contrastes		
	SM ₁	SC ₂	SC 7% ₃	SC 14% ₄	Y ₁	Y ₂	Y ₃
IMS, (kg/dia)	18,12	17,39	18,23	19,29	-0,31	-2,74 *	-1,06*
IMO, (kg/dia)	16,88	16,21	17,05	17,87	-0,49	-2,5 *	-0,82
IPB, (kg/dia)	2,90	2,84	2,91	3,08	-0,13	-0,31*	-0,17
IEE, (kg/dia)	0,81	0,71	0,85	0,89	-0,02	-0,32 *	-0,04
ICHOT, (kg/dia)	80,53	80,90	80,25	79,84	-0,6	1,71	0,41
ICNE, (kg/dia)	45,23	42,18	42,40	43,80	7,31	1,84	-1,4
IFDN, (kg/dia)	6,89	7,54	7,41	7,23	-1,51*	0,44	0,18
IFDA, (kg/dia)	4,35	5,39	4,62	4,79	-1,75 *	1,37*	-0,17
ICa, (g/dia)	114,99	130,67	131,52	125,54	-42,76*	4,28	5,98
IP, (g/dia)	70,46	60,78	67,56	74,41	8,63	-20,41*	-6,85 *
IFDN, (%PV)	1,19	1,35	1,29	1,25	-0,32*	1,51	-0,04
IMS, (%PV)	3,2	3,05	3,04	3,42	0,09	-0,36	-0,38*

¹SM= Silagem de milho; ² SC= Silagem de capim-elefante; ³ SC 7%= silagem de capim-elefante + 7% de resíduo de batata; ⁴ SC14%= silagem de capim-elefante + 14% de resíduo de batata.

Y₁, Y₂ e Y₃ representam os contrastes:

Y₁= 3SM x (SC + SC 7% + SC 14%);

Y₂= 2SC x (SC 7% + SC 14%);

Y₃= SC 7% x SC 14%.

As dietas, contudo, proporcionaram baixa ingestão de MS que deveria ser em torno 21, 2 kg Ms/dia de acordo com NRC (2001). A baixa ingestão de MS pode ser decorrente da alta inclusão de FDN de forragem na dieta ao redor de 28,3 kg FDNf/dia (TABELA 1). Os animais receberam uma dieta de FDN total igual a 39,3 kg FDN/dia para SM e SC 14% e 42,2 para SC e SC 7%. Em geral, no Brasil, as dietas de vacas leiteiras sempre têm alta inclusão de forragem. Segundo Mertens (1994), com altas concentrações de FDN na dieta, o

enchimento ruminal limita o consumo, enquanto em baixas concentrações o feedback negativo sobre a ingestão de energia limitaria o consumo.

Os ruminantes, quando submetidos a dietas com alta concentração de nutrientes, não necessitam atingir níveis de consumo que preencham a capacidade física do rúmen. As dietas com elevada participação de alimentos volumosos, no entanto, impõem um longo tempo de permanência da fibra no rúmen para uma adequada fermentação da parede celular, limitando o consumo pela distensão ruminal, conseqüentemente, os animais podem cessar o consumo antes de atingirem um nível suficiente de ingestão de nutrientes para atender as exigências nutricionais, afetando, assim, a produção (Wendling, 1997). Allen (2000), baseado em 15 estudos, mostrou que aumentos na concentração de FDN da dieta acima de 25% estiveram associados a uma diminuição no consumo.

Monteils et al. (2002) obtiveram resultados semelhantes aos da pesquisa, estudando dois tipos de silagens (milho e gramínea perene) e dois tipos de concentrados à base de farelo de trigo e batata. Os consumos de MS, amido, N e FDN por vacas são semelhantes para os dois concentrados em ambas as dietas. Quando o volumoso foi silagem de milho vs silagem de gramínea perene, os consumos de MS situaram-se em torno de 19,8 e 17,5 kg/dia, respectivamente; de amido e de N os consumos foram maiores para o tratamento silagem de milho, exceto a FDN ingerida.

Jurjanz et al. (1998) também observaram resultados semelhantes aos deste estudo quando trabalharam com três níveis de amido (baixo, médio e alto), duas fontes de amido (casca de batata e de cevada) e dois tipos de volumosos (silagem de milho e gramínea perene). A dieta com nível baixo de amido, foi constituída por 100% de silagem de gramínea perene, no nível médio 75% de silagem de milho e 25% silagem de gramínea perene, no nível alto de amido, 100% de silagem de milho. As ingestões de MS e de energia apenas variaram, significativamente, com baixa concentração de amido; logo, esse tratamento

apresentava 100% de silagem de gramínea perene. Os autores relataram consumos mais elevados para os animais alimentados com casca de batata.

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) dos tratamentos para as ingestões de MO, IPB e IEE (TABELAS 1 e 2A). Já com as ingestões dos carboidratos totais (ICHT), carboidratos não estruturais (ICNE) não foram detectados diferenças estatísticas ($P > 0,05$) entre os tratamentos (TABELA 2A).

Na TABELA 4 podemos observar que as variações nas ingestões de MO, IPB e IEE, seguiram o mesmo comportamento, pois, apresentaram menor consumo desses nutrientes para SC ($P < 0,05$). Uma explicação poderia ser a menor ingestão de MO, PB e EE devido à menor digestibilidade da matéria seca (TABELA 3), menor produção de gás e maior tempo de colonização da SC (TABELAS 1 e 2 demonstrado no capítulo 4), comparado com as demais silagens, resultando em uma lenta e incompleta digestão no trato gastrointestinal (Van Soest, 1967), a qual influenciou negativamente a disponibilidade dos nutrientes. Esses resultados estão de acordo com o trabalho de Eriksson et al. (2004) os quais avaliaram três dietas à base de silagem de alfafa com uso de cevada + batata (CBA), na proporção 80/20, beterraba + batata (BBA) na mesma quantidade e cevada pura (CP). A dieta BBA proporcionou um decréscimo na ingestão de MS em torno de 0,9 kg/dia em relação às demais. Logo, as IPB, ingestão de amido, ingestão de proteína degradada no rúmen também apresentaram o mesmo comportamento. O menor aporte de nutrientes no tratamento BBA afetou a produção de leite, sendo inferior aos outros tratamentos.

Segundo Hoover et al. (1976), ao avaliar touros Holstein em crescimento, compararam a silagem de milho com três tipos de silagens pré-secada aditivadas com batata, nas proporções: 1) 50% batata, 50% feno; 2) 60% batata, 20% feno e 20% de aveia pura; 3) 50% batata, 25% feno, 25% aveia pura. As dietas que apresentaram menor ingestão de matéria seca também

proporcionaram menor ingestão de nutriente, exceto, para extrato etéreo, obtendo o mesmo comportamento desse estudo.

Houve efeito significativo dos tratamentos ($P < 0,05$) para ingestão de FDN e FDA (TABELA 3A). A ingestão de FDN foi superior para as dietas à base de silagens de capim-elefante em relação à silagem de milho, conforme o contraste y_1 . Uma justificativa é a maior proporção desses nutrientes (42, 8% e 42%) nas dietas SC, SC 7% e 40% para SC14% em relação à SM (39,1%), respectivamente. Observa-se que as dietas que contêm SC 7% e SC 14% de batata, a adição desse resíduo proporcionou uma tendência a reduzir as ingestões de FDN. A ingestão de FDA foi menor para a SM comparado as dietas à base de silagens de capim-elefante, porém, a dieta com SC apresentou um consumo superior de FDA comparado às dietas SC7% e SC 14%. Esse resultado, devido a dieta à base de silagem de capim-elefante, proporcionou maiores teores de FDA que as dietas à base de SC 7% e SC 14%. Kariuki et al. (2001) avaliaram o efeito da inclusão de desmódio (*Desmodium intortum*) e batata doce (*Ipomoea batata*) nas proporções de 0, 10, 20 e 30% em dietas à base de capim-elefante “Napier”. Esses autores trabalharam com novilhos de corte e observaram também uma menor IFDN e IFDA quando aumentaram os níveis de batata na dieta.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos tratamentos para as ICa e IP (TABELAS 3 e 4A). A ingestão de Ca foi menor para a SM comparado com as silagens à base de capim-elefante. As silagens à base de capim-elefante não diferiram entre si na ingestão de Ca ($P > 0,05$). A dieta à base de SM apresentou menor teor de cálcio que refletiu no consumo desse nutriente (TABELA 1). Com relação à IP a SC apresentou menor ingestão comparado com a SC 7% e SC 14%. A SC 14% apresentou maior ingestão em relação a SC 7% devido ao maior teor de fósforo na dieta SC 14% comparado às silagens de capim e SC7% (TABELA 1).

A SM proporcionou a menor ingestão de FDN, em % de PV, comparadas às demais silagens ($P < 0,05$) (TABELA 4A) (TABELA 4). Os tratamentos SC e SC 7% possibilitaram consumo superior a 1,25 kg de PV, porém, a SC 14% proporcionou IFDN igual a 1,25 kg de PV (TABELA 4). Mertens (1994) observou que a ingestão de MS foi maximizada quando a ingestão de FDN foi de 1,25 kg de PV e que, acima desse valor, a repleção ruminal limitaria o consumo. Dessa forma, pode-se sugerir que, para as dietas à base de SC e SC 7%, o consumo foi limitado pelo enchimento ruminal. De acordo com a proposição de Mertens (1987), o consumo da dieta à base de SM e SC 14% seria controlado pela demanda energética dos animais ou pelos moduladores psicogênicos (Mertens, 1994; Mertens, 1997).

Houve efeito significativo para IMS,/ PV a SC 14% proporcionou a maior ingestão, comparados com a SC 7% ($P < 0,05$) (TABELA 4). Os contrastes y_1 e y_2 não observaram efeito significativo ($P > 0,05$) (TABELA 4A).

Junqueira (2006) menciona que a ingestão de MS também pode ser negativamente afetada, em função da porção fibrosa dos alimentos e de sua digestibilidade. O tratamento SC, contudo, apresentou o maior valor de ingestão de FDN por dia (TABELA 4), mesmo reconhecendo que a FDN do capim-elefante apresenta baixa digestibilidade potencial. Infere-se, portanto, que a diferença quantitativa no consumo de MS não tenha, na porção fibrosa dos volumosos, uma explicação satisfatória.

4 CONCLUSÃO

A adição de resíduo de batata na ensilagem de capim-elefante melhorou a ingestão de matéria seca, bem como de proteína bruta, extrato etéreo e fósforo. E apresentou redução no consumo de FDA.

A adição de 14% de batata apresentou melhor resultado que 7% com relação ao consumo de matéria seca.

As silagens de capim-elefante e capim-elefante + 7% de batata apresentou regulação do consumo através de repleção ruminal.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 1598-1624, 2000.

ALMEIDA, M. F.; TIESENHAUSEN, I. M. V. E.; AQUINO, L. H. Composição química e consumo voluntário das silagens de sorgo, em dois estádios de corte, girassol e milho para ruminantes. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 19, n. 3, p. 315-321, jul./ago. 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Washington, 1990. 2 v.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; SOUZA, A. L.; ROCHA, F. C.; PEREIRA, O. G.; JUNQUEIRA, B. A.; TONUCCI, R. G. Composição bromatológica da silagem de capim- elefante com diferentes níveis de casca de café. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM. (Trabalho, 0152).

COELHO, E. M.; ÍTAVO, L. C. V.; MIGLIANO, L. C. B.; DIAS, A. M.; GOMES, R. C. Uso de aditivos absorventes para confecção de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM. (Trabalho, 172953).

DICKEY, H. C.; LEONARD, H. A.; MUSGRAVE, S. D.; YOUNG, P. S. Milk production capacity of dried potato by-product meal. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 53, p. 681, 1974.

ERIKSSON, T.; MURPHY, M.; CISZUK, P.; BURSTEDT, E. Nitrogen balance, microbial protein production, and milk production in dairy cows fed fodder beets and potatoes, or barley. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 1057-1070, 2004.

GOMIDE, J. A.; WENDLING, I. J.; BRAS, S. P.; QUADROS, H. B. Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagem de *Brachiaria decumbens* manejada sob duas ofertas diárias de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 1194-1199, 2001.

HERLING, V. R.; NAKASUKA, C.; KOBAYASHI, E. T.; OLIVEIRA, L.; LOURENÇO, J.; LACAZ RUIZ, R.; LIMA, C. G. Avaliação de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier) submetido a diferentes tratamentos e ensilado em mini-silos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999.1 CD-ROM. (Trabalho, 036).

HOOVER, W. H.; SNIFFEN, C. J.; WILDMAN, E. E. Nutrive value of potato-based silages for dairy bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 59, p. 1286-1292, 1976.

JUNQUEIRA, M. C. **Aditivos químicos e inoculantes microbianos em silagens de cana-de-açúcar**: perdas na conservação, estabilidade aeróbia e o desempenho de animais. 2006. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

JURJANZ, S.; COLIN-SHOELLEN, O.; GARDEUR, J. N.; LAURENT, F. Alteration of milk fat by variation in the source and amount of starch in a total mixed diet fed to dairy cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 2924-2933, 1998.

KARIUKI, J. N.; TAMMINGA, S.; GACHUIRI, C. K.; GITAU, G. K.; MUIA, J. M. K. Intake and rumen degradation in cattle fed napier grass (*Pennisetum purpureum*) supplemented with various levels of *Desmodium intortum* and *Ipomoea batatas* vines. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 31, n. 3, p. 149-157, 2001.

LAVEZZO, O. E. N. M.; LAVEZZO, W.; SIQUEIRA, E. R. Estádio de desenvolvimento do milho: 2., efeito sobre o consumo e a digestibilidade da silagem em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 683-690, 1997.

MARX, G. D.; MILLER, E. C. **Ensiling and feeding potato waste mixtures to growing dairy animals**: presented at the 69th annual meeting of the American Dairy Science Association. Ontario: University of Guelph, 1974. 198 p.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. Marlow: Chalcombe, 1991. 226 p.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, 1987.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION, 1994, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin, 1994. p. 450-493.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 1463-1481, 1997.

MONTEILS, V.; JURJANZ1, S.; COLIN-SCHOELLEN, O.; BLANCHART, G.; LAURENT, F. Kinetics of ruminal degradation of wheat and potato starches in total mixed rations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 235-241, 2002.

MORA, P. J. G.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia líquida das silagens de milho (*Zea mays* L.) para vacas lactantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 357-368, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, National Academy, 2001. 381 p.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F. P.; PAZIANI, S. F.; SANTOS, F. A. P. **Volumosos suplementares: estratégias de decisão e utilização**. Piracicaba: ESALQ, 2001. 114 p.

PIMENTEL, J. J. O.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C. Efeito da suplementação protéica no valor nutritivo da silagem de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 1042-1049, 1998.

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

REZENDE, A. V.; RODRIGUES, R.; BARCELOS, A. F.; CASALI, A. O.; VALERIANO, A. R.; MEDEIROS, L. T. Qualidade bromatológica das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) aditivadas com raspa de batata. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 292-297, jan./fev. 2009.

REZENDE, V. M.; PAIVA, P. C. A.; BARCELOS, A. F.; TEIXEIRA, J. C.; NOGUEIRA, D. M. Degradabilidade ruminal das silagens de capim-napier produzidas com diferentes níveis de farelo de batata diversa. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 485-491, 2007.

SCHNEIDER, P. L.; STOKES, M. R.; BULL, L. S.; WALKER, C. K. Evaluation of potato meal as a feedstuff for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 7, p. 1738-1743, July 1985.

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

SNIFFEN, C. J.; CONNOR, J. D. o'; SOEST, P. J. van; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II, carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 1, p. 3562-3577, Nov. 1992.

SOEST, P. J. van. Development of a comprehensive system of feeds analysis and its applications to forages. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 26, n. 1, p. 119-128, 1967.

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

SOUZA, A. L.; BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; ROCHA, F. C.; PIRES, A. J. V. Valor nutritivo da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 828-833, 2003.

CAPÍTULO 3

**Produção e composição do leite de vacas recebendo silagens de capim-
elefante aditivadas com raspa de batata “diversa”**

RESUMO

O objetivo da condução deste trabalho foi avaliar a produção e a composição do leite de vacas submetidas à alimentação com silagens aditivadas com resíduo de batata. O trabalho foi conduzido nas instalações da Fazenda Experimental da EPAMIG, localizada no município de Três Pontas- MG. Foram selecionadas 12 vacas, sendo 9 (50 a 70 meses) e 3 (36 a 42 meses) lactantes, com peso aproximado de 550 kg. O delineamento experimental constituiu-se de um change-over, representando por um Quadrado Latino 4 x 4 repetido três vezes, com 4 períodos experimentais e 4 tratamentos de silagens de milho, de capim-elefante, de capim-elefante aditivada com 7% de raspa de batata diversa e de capim - elefante aditivada com 14% de raspa de batata diversa. O fator considerado para o estabelecimento dos blocos foi a produção de leite nos dois dias antes do início do período pré-experimental e a ordem do parto. Amostras do leite foram tomadas individualmente por vaca e por ordenha nas últimas quatro ordenhas de cada período. A adição de 14% de resíduo de batata na silagem de capim-elefante apresentou maior produção de leite, leite corrigido para 3,5% de gordura, kg de gordura, kg de proteína, kg de sólidos totais, kg de extrato seco desengordurado (ESD) e kg de lactose comparados com a adição de 7% de batata ($P<0,05$). A silagem de milho foi superior às demais silagens produção de leite, kg de proteína, kg de ESD e kg de lactose ($P<0,05$). A silagem de capim-elefante apresentou menor produção em relação às demais para as produções de ESD e de lactose ($P<0,05$). Não houve diferença nos tratamentos para os teores de gordura, proteína, sólidos totais, ESD, lactose, NUL (mg/dL) e N-ureico no leite NUL ($P>0,05$). A adição de 14% de resíduo de batata na silagem de capim-elefante tornou-a semelhante à silagem de milho para a produção e composição do leite. A SC 14% foi superior às silagens SC e SC 7% para as produções de leite e de leite corrigido para 3,5% de gordura.

Palavras- Chave: sólidos totais, gordura do leite, proteína do leite, leite corrigido 3,5% de gordura

ABSTRACT

The work was driven at the dependences of Experimental Farm of EPAMIG, located in the municipal district of Três Pontas - MG. 12 females were selected, being 9 (50 to 70 months of age) and 3 (36 to 42 months of age), lactic, with approximate weight of 550 kg. The experimental design was constituted of a change-over, corresponding for a Latin Square 4 x 4 repeated three times., with 4 experimental periods, 4 treatments. Being the treatments corn silages (CS), of elephant grass (ES), of elephant grass aditivada with 7% of shaving of several potato (ES7%) and of elephant grass aditivada with 14% of shaving of several potato (ES14%). The factor considered for to establishment of the blocks were the production of milk in the two days before the beginning of the pre-experimental period and partridge order. Amounts of the milk were taken individually by cow and for it milks in the last ones four milk of each period. The addition of 14% of potato residue in the grass perennial silage presented larger production of milk, milk corrected for 3,5% fat, fat kg, protein kg, kg of total solids, kg of degreased dry extract and lactose kg compared with the addition of 7% of potato ($P < 0,05$). The corn silage was superior to the other silages production of milk, protein kg, kg of degreased dry extract and lactose ($P < 0,05$). The elephant grass silage presented smaller production in relationship the other silages for kg and un fat dry extract (UDE) and lactose kg ($P < 0,05$). There weren't difference among treatments for the fat contents, protein, total solids, UDE, lactose, milk urea-N (mg/dL) ($P > 0,05$). The addition of 14% of potato residue in the elephant grass silage became similar to the corn silage for the production and composition of the milk. To ES 14% it was superior to the silages ES and ES 7% for the productions of milk and of milk corrected for 3.5% of fat.

Keyword: total solids, fat in the milk, protein in the milk, corrected milk for 3,5% of fat

1 INTRODUÇÃO

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) destaca-se entre as gramíneas tropicais por ser uma planta de alto potencial de produção de MS e de boa composição bromatológica (Tosi, 1973). De suas características destaca-se o decréscimo do valor nutritivo com o avanço da idade da planta, sendo mais acentuadamente nas tropicais. Uma das técnicas adotadas para o manejo dessas forrageiras é o uso da ensilagem do material para melhor conservação do seu valor nutritivo. Essa gramínea, no entanto, apresentam um baixo teor de CHOsol, 9% na MS e teores de MS em torno de 20%, insuficientes para garantir uma boa fermentação. Uma alternativa para melhorar os padrões fermentativos e, conseqüentemente, o valor nutritivo da silagem de gramíneas tropicais é a utilização de aditivos (Martin, 1997).

O uso de subprodutos agroindustriais como aditivos de silagens é uma alternativa, principalmente, nas regiões com bastante disponibilidade desses resíduos. Muitos dos resíduos da agroindústria são subutilizados, como é o caso do resíduo de batata (*Solanum tuberosum* L.).

Minas Gerais é o líder nacional em produção e produtividade de batata, tendo colhido 1.129.500 toneladas em 2007 (Agrianual, 2008) e a região Sul de Minas é a principal produtora do estado, respondendo por 60 % da produção estadual em 2007 (Agrianual, 2008). A Associação Brasileira da Batata, Abraba (2008) estima que o volume anual desperdiçado desse resíduo, em todo o Brasil, chega a 693 mil toneladas.

Resíduo apresenta entre 60- 80% carboidratos (Rezende et al. , 2007), sendo superior ao milho. O uso de carboidratos na dieta de ruminantes pode ser interessante porque, dentre outros aspectos, apresentam uma taxa de digestibilidade efetiva da MS de 83,71%.

O alto teor de amido do resíduo de batata, quando adicionado na ensilagem, eleva o seu valor nutritivo, principalmente, os teores de carboidratos solúveis e carboidratos totais (amido). Logo o amido é um dos componentes das dietas de vacas de leite, contribuindo com um total aproximado que varia de 60 a 70% da energia líquida utilizada para produção de leite. Os carboidratos não somente são as maiores fontes de energia para vacas leiteiras, mas são precursores de três importantes componentes do leite: lactose, gordura e proteína. A composição química e as características físicas e cinéticas da digestão dos carboidratos afetam a ingestão de MS, digestão e utilização da dieta total e nutriente na glândula mamária para que ocorra uma satisfatória síntese do leite (Andrade, 2002)

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção e a composição do leite de vacas submetidas à alimentação com silagens de capim-elefante aditivadas com raspa de batata diversa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e instalações experimentais

O trabalho foi conduzido nas instalações da Fazenda Experimental da EPAMIG, localizada no município de Três Pontas – MG.

2.2 Delineamento experimental e período experimental

O delineamento experimental foi constituído de um change-over, representado por um Quadrado Latino repetido três vezes ao qual foi atribuído a um grupo homogêneo de quatro vacas que, por sua vez, constituíram-se nas “colunas” e os períodos de observação nas linhas. As 12 vacas foram selecionadas de um rebanho de 50 vacas e agrupadas nos quadrados latinos de acordo com a ordem de lactação e a produção de leite nos dias anteriores ao início do período pré-experimental.

Os períodos experimentais tiveram a duração de 21 dias cada. O período pré-experimental 14 a 15 dias, com duração de 7 dias. Após cada rodada de tratamento, foram repetidas todas as atividades, com novos sorteios dos tratamentos dentro de cada quadrado latino.

2.3 Animais utilizados

Foram selecionadas 12 vacas, sendo 9 (50 a 70 meses), lactantes, com peso aproximado de 550 kg e 3 (36 a 42 meses), lactantes, com peso de 440 a 500 kg. Todas as vacas são puras (PO). Foram levados em consideração o número de dias de lactação (acima de 80 dias) e a produção em torno de 25 de leite kg/dia.

No início e final de cada período experimental, os animais foram pesados. O peso dos animais foi aferido através de uma balança. Os animais

foram alojados em taystall, com comedouro, cocho de sal e água individualizados.

2.4 Tratamentos

Foram utilizadas as três silagens de capim-elefante, sendo uma testemunha e duas acrescidas de batata diversa e uma silagem de milho, conforme os tratamentos a seguir:

T1 (SM) = Silagem de milho (padrão)

T2 (SC) = Silagem de capim-elefante (testemunha)

T3 (SC 7%) = Silagem de capim-elefante + 7% batata diversa

T4 (SC 14%) = Silagem de capim-elefante + 14% batata diversa.

No momento da ensilagem dos tratamentos, que continham resíduo de batata, as carretas que transportavam o material volumoso foram pesadas para conhecer o peso do material e poder calcular a quantidade de raspa de batata diversa que tinha que ser adicionada de cada carreta com o volumoso. Foi distribuída no comprimento total do silo, totalizando uma altura aproximada de 30 cm; logo após a distribuição, foi adicionado o aditivo, distribuindo em toda extensão do silo e misturado com um auxílio de um garfo, para obter uma mistura homogênea do material. As silagens foram armazenadas em silos do tipo superfície, com capacidade para 15 toneladas.

As dietas experimentais estão apresentadas na TABELA 1.

TABELA 1 Composição das dietas experimentais.

ITENS	SM	SC	SC 7%	SC 14%
Volumoso(kg/dia)	40,00	32,20	26,90	27,80
Polpa de citros (kg/dia)	3,10	6,50	5,70	3,70
Milho (kg/dia)	2,50	2,50	2,50	2,50
Caroço de algodão (kg/dia)	2,50	2,50	2,50	2,50
Farelo de soja (kg/dia)	2,90	2,90	2,90	2,90
Sal branco (kg/dia)	0,07	0,07	0,07	0,07
Uréia(kg/dia)	0,10	0,15	0,12	0,09
Premix Min e Vit (kg/dia)	0,30	0,30	0,30	0,30
IMS (%)	21,2	21,2	21,2	21,2
PB (%)	16,4	16,3	16,01	16,3
NDT (%)	71,27	68,64	69,24	71,16
FDNF(%)	28,3	28,3	28,3	28,3
Ca(%)	0,70	0,85	0,82	0,73
P(%)	0,40	0,37	0,39	0,40

IMS = Ingestão de matéria seca

PB = proteína bruta

NDT = Nutrientes digestíveis totais

FDNF = Fibra detergente neutra de forragem

Ca= Cálcio

P= Fósforo

As dietas foram calculadas de acordo com o NRC (2001) para atender as exigências de vacas adultas, com peso vivo médio de 550 kg, não gestantes, com produção de leite de 25 kg/dia, com 3,5% de gordura e sem nenhum ganho de peso. Durante o período experimental, ocorreu uma precipitação pluviométrica em torno de 50 mm e a temperatura média esteve abaixo de 24°C. Formularam-se as dietas, mantendo a mesma quantidade de nível de FDN, oriunda de forragem em todos os tratamentos, somente variando a FDN de fonte não forrageira (caroço de algodão). Foi necessária a correção do déficit proteico da ração. Quanto às diferenças entre as silagens utilizadas, todos os tratamentos

foram corrigidos com ureia. Na TABELA 2 estão apresentados os dados da composição bromatológica da silagem.

TABELA 2 Composição bromatológica das silagens e do resíduo de batata.

Variáveis	Tratamentos				
	SM	SC	SC 7%	SC 14%	Batata
MS %	27,5	25,00	32,5	37,8	85,2
pH	3,75	4,2	3,89	3,95	-
N-NH ₃ *	4,5	9,88	6,5	5,32	-
PB %	7,5	5,8	6,8	7,6	12,64
FDN %	54,5	73,9	68,6	57,1	13,91
FDA %	31,0	42,0	38,0	33,0	6,55
EE %	3,4	1,9	3,0	3,2	3,88
Amido %	-	-	-	-	58,6
DIVMS %	73,7	65,34	68,84	72,77	89,86
Ca %	0,3	0,33	0,27	0,25	0,13
P %	0,2	0,27	0,26	0,22	0,18

* N-NH₃ como %do N total.

2.5 Controle leiteiro e amostragem do leite

Os animais foram ordenhados às 6h e às 17h e foram realizadas pesagens do leite das últimas 14 ordenhas de cada período, ou seja, do 16º ao 21º dia. Amostragens do leite foram tomadas individualmente por vaca e por ordenha nas últimas quatro ordenhas de cada período, conforme metodologia utilizada por Reis et al. (2001). A coleta foi feita em tubo coletor de, aproximadamente, 100 mL, contendo 2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol, homogeneizada após 15 minutos e armazenada em geladeira a 15°C por 48 horas. Após esse período, as amostras foram encaminhadas para análises quanto aos teores de proteína, gordura, lactose e sólidos totais, pelo processo de infravermelho através do analisador Bentley 2000 (Bentley Instruments) e nitrogênio ureico pelo analisador ChemSpec 150 (Bentley Instruments) no Laboratório da Clínica do Leite do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

2.6 Análises estatísticas

Os resultados foram analisados utilizando o software SISVAR e modelo utilizado foi como segue:

$$Y_{ijkl} = \mu + q_i + p_{(i)j} + a_{(i)k} + T_l + q_{Til} + e_{ijkl}, \text{ onde}$$

Y_{ijkl} é a produção do tratamento i, da vaca k, no período j dentro do quadrado latino i

μ é a média geral

q_i é o efeito do quadrado i, com $i = 1, 2, 3$

$p_{(i)j}$ é o efeito do período j dentro do quadrado latino i, com $j = 1, 2, 3, 4$

$a_{(i)k}$ é o efeito da vaca k, dentro do quadrado i, com $i = 1, 2, 3, 4$

T_l é o efeito do tratamento l, com $l = 1, 2, 3, 4$

q_{Til} é o efeito da interação entre o quadrado i, com o tratamento l

e_{ijkl} é o erro experimental, aleatório, independente, com distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

As médias dos tratamentos foram comparadas utilizando-se a técnica de contrastes ortogonais com a seguinte estrutura (TABELA 3)

TABELA 3 Contrastes ortogonais utilizados para determinar as diferenças ocorridas entre os tratamentos relacionados ao período experimental

Contrastes	Contrastes
Y_1	3SM x (SC+ SC 7%+SC 14%)
Y_2	2SC x (SC 7%+SC 14%)
Y_3	SC 7% x SC 14%

*Contrastes obtidos a partir das médias das inferências analisadas durante o período experimental

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo dos tratamentos sobre as produções de leite e leite corrigido para 3,5% de gordura ($P<0,05$) (TABELA 5A). Os animais que receberam as rações experimentais, contendo SM, produziram maior quantidade de leite em relação aos que receberam SC, SC 7% e SC 14%. Ocorreu uma diferença entre as produções de leite da ordem de 2,53 kg/dia por vaca para o tratamento mais produtivo SM e o de menor produção SC 7%.

A SC 14% apresentou produção de leite próximo a SM tendo uma diferença de 0,61kg/dia (TABELA 4) e semelhança de resultados pode ser observada também pelas análises bromatológicas das silagens que ficaram bem próximas quanto aos teores de FDN, FDA, DIVMS (TABELA 2) e produção de gás total que ficou 380,32 e 381,09 mL/500mg, respectivamente. Para as dietas à base de SC 14% apresentou uma maior produção de leite comparado com a SC 7% ($P<0,05$) (TABELA 4). Essa maior produção de leite se deve à maior ingestão de matéria seca, maior DIVMS e maior produção de gás ocorrida na dieta SC 14%, comparado a SC 7% que acarretou um maior aporte de nutrientes para glândula mamaria e maior produção. Miron et al. (2004) utilizaram subprodutos fibrosos (casca de soja e farelo de glúten de milho) na ração de vacas em lactação e observaram aumento na produção de leite. Os autores argumentam que esses resultados foram obtidos graças ao fornecimento de uma maior digestibilidade da fração fibrosa e condições mais favoráveis de fermentação ruminal.

A SC obteve produção próxima a SC 7%, apresentando de 22,94 e 22,66 kg/dia, respectivamente (TABELA 4). Essa produção foi alta para animais recebendo silagem de capim-elefante pura, isso ocorreu devido ao balanceamento das dietas por FDNf, em que as forrageiras que tinham maior teor de FDN tiveram também menor relação volumoso/ concentrado.

TABELA 4 Produções de leite (PL), leite corrigido para 3,5% de gordura (LCG), %de gordura, produção de gordura kg/dia, % de proteína, produção de proteína kg/dia, % de lactose, produção de lactose kg/dia, % de extrato seco desengordurado (ESD), produção de ESD kg/dia, % sólidos totais (ST), produção de sólidos totais kg/dia, % nitrogênio ureico no leite (NUL), produção de nitrogênio ureico no leite mg/dl, eficiência alimentar (E A) em função das silagens estudadas e respectivos contrastes testados.

Itens	Tratamentos				Contrastes		
	SM ₁	SC ₂	SC 7% ₃	SC 14% ₄	y ₁	y ₂	y ₃
PL (kg/dia)	25,19	22,94	22,66	24,58	5,39*	-1,38	-1,92*
LCG3,5(kg/dia)	23,52	22,80	21,96	24,39	1,41	-0,75	-2,43*
Gordura (kg/dia)	0,78	0,79	0,75	0,85	-0,05	-0,02	-0,1*
Proteína (kg/dia)	0,78	0,70	0,69	0,75	0,2*	-0,04	-0,06*
ESD (kg/dia)	2,11	1,90	1,90	2,06	0,47*	0,16*	0,16*
ST (kg/dia)	2,89	2,71	2,65	2,88	0,48	-0,11	-0,23
Lactose (kg/dia)	1,11	0,99	1,00	1,09	0,25*	- 0,1*	-0,09*
NUL (MG/dl)	2,96	3,12	3,04	3,21	-0,82	-0,01	-0,17
Gordura (%)	3,22	3,53	3,37	3,50	-0,74	0,19	0,13
Proteína (%)	3,15	3,10	3,10	3,10	0,15	0	0
ESD (%)	8,47	8,41	8,47	8,48	0,05	-0,13	-0,01
ST (%)	12,69	13,17	12,55	12,45	0,13	1,34	0,1
Lactose (%)	4,43	4,37	4,45	4,45	0,02	0,16	0
NUL (%)	12,02	14,00	13,72	13,04	-4,7	1,24	0,68
E A	1,30	1,32	1,20	1,26	0,12	0,18	0,06

₁ SM= Silagem de Milho,

₂ SC= Silagem de Capim- elefante

₃ SC 7%= Silagem de Capim- elefante + 7% de resíduo de batata

₄ SC14%= Silagem de Capim- elefante + 14% de resíduo de batata

y₁, y₂ e y₃ representam os contrastes:

y₁= 3SM x (SC + SC 7% + SC 14%)

y₂= 2SC x (SC 7% + SC 14%)

y₃= SC 7% x SC 14%

Schneider et al. (1985), também, observaram diferenças na produção de leite, quando utilizaram farelo de batata ensilado com gramínea e leguminosa, na razão de 7,5% do peso fresco do farelo e substituindo 0, 15 e 30% do milho moído na mistura concentrada. As médias diárias de produção de leite foram de

28,6 kg para as vacas recebendo silagem com farelo de batata comparada a 26,3 kg para as vacas recebendo silagem sem farelo de batata.

A produção de leite corrigido para 3,5% de gordura foi maior para os animais submetidos ao tratamento SC 14%, comparado com a SC 7% ($P<0,05$), mesmo não havendo diferença entre os tratamentos das percentagens de gordura, conforme apresenta a TABELA 4. Em função das pequenas diferenças numéricas nos percentuais de gordura do leite aliados à produção de leite essas diferenças foram ocasionadas nas produções de leite corrigido para 3,5% de gordura. O tratamento SC 14% apresentou uma maior produção de leite corrigido para 3,5% de gordura em decorrência dos fatores citados.

Houve efeito significativo para a produção de gordura no leite ($P<0,05$), (TABELA 5A). O contraste y_3 foi significativo e ocorreu uma variação em torno de 0,1 kg/dia a mais para a SC 14% comparado a SC 7%, decorrente da produção e da pequena diferença numérica na percentagem de gordura no leite.

Apesar da ausência de efeito significativo sobre os teores de gordura do leite ($P>0,05$) (TABELA 7A), os tratamentos que apresentam SC, SC 7% e SC 14% apresentaram uma tendência de um teor de gordura um pouco mais elevado que o tratamento SM. Uma das justificativas deve-se ao incremento de polpa cítrica na dieta desses animais que foi superior ao tratamento SM (TABELA 1) e também à qualidade da fibra do capim elefante que apresenta teores de FDN e FDA superiores ao da silagem de milho. Com isso, pode ter ocorrido um ambiente ruminal mais favorável (Van Soest, 1991), minimizando a produção de ácidos graxos de cadeia trans que apresentam efeito inibitório sobre a síntese de ácidos graxos de cadeia curta pela glândula mamária (NRC, 2001). A produção desses ácidos graxos ocorre mais intensamente quando o pH ruminal é baixo, dificultando a bio-hidrogenação. Os ácidos graxos de cadeia trans atuam diminuindo a atividade de várias enzimas que participam da formação de

triglicerídeos no tecido da glândula mamária (estearil CoA desaturase, acetil CoA carboxilase e acil transferase) (Gaynor et al., 1994).

Com relação à quantidade de PB no leite, houve efeito significativo ($P<0,05$) de tratamentos (TABELA 6A). Esses autores não observaram, porém, efeito significativo ($P>0,05$) para os teores de proteína no leite (TABELA 8A). A quantidade de proteína no leite foi maior para o tratamento SM do que os tratamentos SC, SC 7% e SC 14%. Uma tendência de maior teor de proteína, observado na silagem de milho, proporcionou maior produção de kg de PB no leite. A SC 14% obteve quantidade superior de proteína no leite do que o tratamento SC 7% ($P<0,05$).

Solomon et al. (2000) observaram aumento no teor de proteína do leite dos animais alimentados com ração contendo maior teor de amido. Neste estudo não foi observado aumento no teor nos tratamentos que apresentam maiores quantidades de amido (SM e SC14%)

Não houve efeito significativo entre tratamentos para os teores ESD, lactose e sólidos totais ($P>0,05$) (TABELAS 8 e 9A), porém, para quantidades de ESD e sólidos totais houve efeito significativo entre tratamentos ($P<0,05$) (TABELAS 6 e 7A).

Em relação à porcentagem de sólidos totais, os tratamentos não diferiram entre si. Belibasakis & Tsirgogianni (1996) encontraram para sólidos totais 12,15%, quando a silagem de milho foi usada na ração de vacas leiteiras, valores semelhantes aos observados neste estudo. Bachman (1992) sugere que a ingestão de uma dieta corretamente balanceada tende a elevar a produção de leite sem alterar a sua composição. Para que a proporção dos sólidos totais seja mantida, é necessário que todos os precursores de gordura e proteína estejam em proporções otimizadas e balanceadas.

A quantidade de lactose diária no leite dos animais que receberam SM foi superior às demais ($P<0,05$) (TABELA 7A). A SC 14% apresentou resultado

superior ao tratamento SC 7% ($P<0,05$) (TABELA 4). A síntese de lactose na glândula mamária é dependente da disponibilidade de glicose nesse local, a qual por sua vez, é altamente dependente da disponibilidade de precursores gluconeogênicos no fígado, uma vez que não há fluxo líquido positivo de glicose na veia porta, devido ao uso intenso pelos tecidos viscerais (rúmen, intestino, pâncreas e baço) da glicose absorvida no intestino (Huntington, 1997; Theurer et al., 1999). A utilização de fontes de amido com maior degradabilidade ruminal resulta em maior disponibilidade dos principais precursores para a gluconeogênese hepática, o propionato, os aminoácidos e o lactato (Huntington, 1997; Theurer et al., 1999). Com base nesses dados, seria de se esperar que a utilização de resíduo de batata na silagem, por ter na composição fontes de amido de maior degradabilidade ruminal, aumentasse a produção de propionato no rúmen e, conseqüentemente, a disponibilidade de glicose para a glândula mamária, porém, isso não foi observado nas SC 7% e SC 14% que apresentaram valores menores que a SM. Belibasakis & Tsirgogianni (1996) encontraram teores de 4,75% de lactose no leite de animais alimentados com silagem de milho, valores bastante próximos dos encontrados no presente estudo. Segundo Fredeen (1996) e Peres Junior (2001), entretanto, como regra geral, a concentração de lactose no leite não pode ser alterada por fatores nutricionais e, portanto, não deve ser usada para o monitoramento nutricional de vacas leiteiras, a menos que os animais estejam muito subnutridos.

Jurjanz et al. (1998) trabalharam com três doses de amido (baixo, médio e alto). Para ajustar as doses de amido na dieta, os autores variaram as proporções de volumoso e o seu tipo nas dietas: na dieta com nível baixo de amido, 100% de silagem de gramínea perene; no nível médio de amido, 75% de silagem de milho e 25% de silagem de gramínea perene; no nível alto de amido, 100% de silagem de milho. Os autores não detectaram diferenças nas produções de leite, de leite corrigido a 3,5 % de gordura, de proteínas, produção lactose e

de gordura no leite e nem nas concentrações de proteína, lactose e gordura no leite. No tratamento de baixas doses de amido, em que o volumoso foi silagem de gramínea perene com inclusão de 28% de batata na dieta, os dados de produção de leite, de lactose e de proteína foram semelhantes ao tratamento SC 14%, porém, os teores de gordura no leite foram superiores neste estudo.

Eriksson et al. (2003) avaliaram beterraba forrageira, batata crua e cevada na alimentação de vacas leiteiras nas proporções de 80% de cevada e 20% de batata; 80% de beterraba e 20% de batata e 100% de cevada. Os autores observaram que os tratamentos que utilizaram cevada mais batata e cevada pura proporcionaram mais 1,7 e 2,3 litros de leite corrigido a 3,5% de gordura que o tratamento beterraba mais batata. A menor produção de leite decorreu do menor consumo de PB e de energia metabolizável como explicam os autores. As concentrações de gordura no leite, de lactose e de sólidos totais não foram alteradas pelos tratamentos, enquanto a de proteína no leite foi moderadamente mais elevada ($P = 0,05$) no tratamento com cevada. As concentrações de lactose e de proteína no leite, para os tratamentos que utilizaram batata, foram semelhantes às do presente estudo, ao passo que a de gordura foi superior.

Não houve efeito significativo entre tratamentos para os teores e produção N-ureico do leite ($P > 0,05$) (TABELAS 7 e 9A). Havia, contudo, uma expectativa de redução nas concentrações de N-ureico do leite com a adição de fontes de carboidratos de maior degradação ruminal que a SM, como SC 7% e SC 14%. Não se confirmaram no neste estudo, pois não houve diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$).

Também os teores de N-ureico no leite permaneceram dentro da normalidade para vacas holandesas. Conforme Gonzáles et al. (2000), concentrações médio normais para o N-ureico no leite situam-se 12 mg/dL a 18mg/dL e que valores abaixo dessa faixa de variação refletem deficiência proteica ou excesso de carboidratos na dieta e, por outro lado, se a média de N-

Ureico do rebanho estiver acima desses valores estão ocorrendo perdas energéticas por eliminação de ureia. Os teores de N-ureico no leite deste experimento estão de acordo com as concentrações médias.

O teor de N-ureico no leite correlaciona-se com o seu teor plasmático que, por sua vez, pode ser afetado por 2 fatores principais: teores de N-amoniaco no fluido ruminal e de proteína metabolizável com perfil inadequado de aminoácidos essenciais (NRC, 2001). O uso de fontes de carboidratos de alta degradabilidade ruminal pode favorecer um menor teor de N-ureico no leite graças a uma utilização do N-amoniaco mais eficiente no rúmen, aumentando a síntese de proteína microbiana e, também, em virtude de um melhor perfil dos aminoácidos essenciais na proteína metabolizável, em função da maior participação da proteína microbiana (Theurer et al., 1999).

Rocha Filho (1998) não observou mudanças nas concentrações de N-amoniaco no fluido ruminal e de N-ureico no plasma de vacas recebendo dietas contendo milho moído em comparação com polpa cítrica.

Bargo et al. (2003), também, não observaram diferenças nas concentrações de N-amoniaco no fluido ruminal de vacas em pastagens recebendo concentrados amiláceos em comparação com concentrados ricos em subprodutos fibrosos. Os valores, porém, permaneceram abaixo do valor crítico de 19 mg/dL, valor esse associado com problemas reprodutivos

A eficiência alimentar (LCG/IMS) não teve diferença estatística ($P>0,05$) entre os tratamentos. A maioria dos trabalhos revisados por Theurer et al. (1999), comparando, mostraram melhor eficiência alimentar para a fonte de amido de maior degradabilidade ruminal. Em três dos trabalhos revisados por esses autores (Santos et al., 1997; Santos et al., 1998; Oliveira et al., 1995).

Onwubueheli et al. (1985) utilizaram resíduo de batata úmido, composto de 60% de casca de batata, 30% de tubérculo de batata crua e 10% de tubérculo cozido, em percentagem da MS, para 32 vacas em lactação, substituindo 0, 10,

15 ou 20% do milho de alta umidade. Esses autores não observaram diferença na eficiência de utilização da MS entre os tratamentos. As vacas que receberam maiores quantidades de batata tenderam a ganhar mais peso.

4 CONCLUSÃO

A adição de 14% de resíduo de batata na ensilagem de capim-elefante tornou-se semelhante à silagem de milho para a produção e composição do leite.

A SC 14% foi superior às silagens SC e SC 7% para as produções de leite e de leite corrigido para 3,5% de gordura.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, G. A. **Substituição do milho moído por polpa cítrica no desempenho de vacas em lactação**. 2002. 151 p. Tese (Doutorado em Nutrição Animal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo: FNP Consultoria e Comercio, 2008. 520 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. Desperdício. **Batata Show**, Itapetininga, v. 4, n. 10, p. 42, nov. 2008.

BACHMAN, K. C. Managing milk composition. In: HORN, H. H. van; WILCOX, C. J. (Ed.). **Large dairy herd management**. Champaign: American Dairy Science Association, 1992. p. 110-121.

BARGO, F.; MULLER, L. D.; KOLVER, E. S. Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 1, p. 1-42, 2003.

BELIBASAKIS, N. G.; TSIRGOGIANNI, D. Effects of niacin on milk yield, milk composition, and blood components of dairy cows in hot weather. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 64, p. 336-346, 1996.

ERIKSSON, T.; MURPHY, M.; CISZUK, P.; BURSTEDT, E. Nitrogen balance, microbial protein production, and milk production in dairy cows fed fodder beets and potatoes, or barley. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 1057-1070, 2003.

FREDEEN, A. H. Considerations in the milk nutritional modification of milk composition. **Animal Feed and Science Technology**, Amsterdam, v. 59, p. 185-197, 1996.

GAYNOR, P. J.; ERDMAN, R. A.; TETER, B. B. Milk fat yield and composition during abomasal infusion of cis or trans octadecenoates in holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, p. 157-165, 1994.

GONZÁLES, F. H. D.; BARCELOS, J.; PATINO, H. O.; RIBEIRO, A. L. **Nutrição de ruminantes**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 108 p.

HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 852-867, 1997.

JURJANZ, S.; COLIN-SHOELLEN, O.; GARDEUR, J. N.; LAURENT, F. Alteration of milk fat by variation in the source and amount of starch in a total mixed diet fed to dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 2924-2933, 1998.

MARTIN, L. C. T. **Bovinos**: volumosos suplementares. São Paulo: Nobel, 1997. 143 p.

MIRON, J.; YOSEF, E.; ZENOU, A. Feeding behavior and performance of dairy cows fed pelleted nonroughage fiber byproducts. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, n. 5, p. 1372-1379, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of domestic animals**: nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. rev. Washington: National Academy of Science, 2001. 381 p.

OLIVEIRA, J. S.; HUBER, J. T.; SIMAS, J. M. Effect of sorghum grain processing on site and extent of digestion of starch in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, p. 1318, 1995.

ONWUBUEMELI, C.; HUBER, J. T.; KING, K. J.; JOHNSON, C. O. L. E. Nutritive value of potato processing wastes in total mixed rations for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 5, p. 1207-1214, May 1985.

PERES, J. R. R. J. O leite como ferramenta de monitoramento nutricional. In: GONZALES, F. H. D.; DURR, J. W.; FONATANELLI, R. S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p. 30-45.

REIS, R. B.; SAN EMETERIO, F.; COMBS, D. K. Effects of corn particle size and source on performance of lactating cows fed direct-cut grasslegume forage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. 429-441, 2001.

REZENDE, V. M.; PAIVA, P. C. A.; BARCELOS, A. F.; TEIXEIRA, J. C.; NOGUEIRA, D. M. Degradabilidade ruminal das silagens de capim-napier produzidas com diferentes níveis de farelo de batata diversa. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 485-491, 2007.

ROCHA FILHO, R. R. **Efeitos da polpa cítrica e do milho sobre parâmetros ruminais**. 1998. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

SANTOS, F. A. P.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B. Milk yield and composition of lactating cows fed steam-flaked sorghum and graded concentration of ruminally degradable proteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 215-220, 1998.

SANTOS, F. A. P.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B. Response of lactating dairy cows to various densities of sorghum grain. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, p. 1681-1685, 1997.

SCHNEIDER, P. L.; STOKES, M. R.; BULL, L. S.; WALKER, C. K. Evaluation of potato meal as a feedstuff for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 7, p. 1738-1743, July 1985.

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

SOLOMON, R.; CHASE, L. E.; BEN-GHEDALIA, D. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 1322-1329, 2000.

THEURER, C. B.; HUBER, J. T.; DELGADO, E. Invited review: summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, p. 1950-1959, 1999.

TOSI, H. **Ensilagem de gramíneas tropicais sob diferentes tratamentos**. 1973. 107 p. Tese (Doutorado em Ciência) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

CAPÍTULO 4

Produção de gás em silagens elaboradas com adição de raspa de batata “diversa”

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi a avaliação das silagens de capim-elefante aditivadas com resíduo de batata pela técnica de produção de gás. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (LANA/CENA/USP). Como doadores de líquido de rúmen, foram utilizados 2 ovinos da raça Santa Inês, machos, adultos, castrados e providos de cânula ruminal permanente. A alimentação dos animais doadores foi constituída de forragem de gramínea cultivada e uma suplementação ao final do dia com feno de Tifton, concentrado comercial e sal mineral à vontade. Os substratos foram secos a 60°C, moídos em moinho do tipo Willey provido de peneira com perfurações de 2 mm. Os gases produzidos durante os diferentes períodos de fermentação (0, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 h) foram medidos com um transducer - medidor de pressão. O experimento foi instalado, segundo um delineamento de blocos ao acaso, em que os tratamentos foram arranjados em um esquema de parcelas subdivididas no tempo. Foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos em relação ao volume acumulado de gases nos tempos 12, 24, 36, 48, 72 e 96 h de incubação para os tratamentos silagem de milho(SM) e silagem de capim-elefante mais 14 % de resíduo de batata (SC14%), em relação aos tratamentos silagem de capim-elefante (SC) e silagem de capim-elefante mais 7 % de resíduo de batata (SC 7%). Os tratamentos SM e SC 14% proporcionaram produções de gases superiores a SC e SC 7%, exceto nos tempos 4 e 8 h em que as produções foram semelhantes. As dietas que contêm silagens de milho e de capim-elefante mais 14% de resíduo de batata apresentaram maior taxa de degradação e produções de gases que as silagens de capim-elefante puro e de capim-elefante mais 7 % de resíduo de batata.

Palavras- chave: períodos de fermentação, líquido ruminal, *Penisetum purpureum*, *Solanum tuberosum*

ABSTRACT

The objective of this work was the evaluation of the corn silages and of elephant grass plus with potato residue for the technique of gas production. The experiment was conducted at the Laboratory of Animal Nutrition of the Nuclear Energy Center in the Agriculture of the University of São Paulo (LANA/CENA/USP). As donors of chew liquid, 2 sheep of the race Santa Inês were used, males, adults, castrated and provided of stem permanent chew. The animals donors' feeding was constituted from forage of cultivated grass and a supplemental to the end of the day with hay of Tifton, commercial concentrate and mineral salt. The substrata were dry to 60°C, winner in mill of the type provided Willey of sieve with perforations of 2 mm. The gases produced during the different fermentation periods (0, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 and 96 h) they were measured with a transducer - meter of pressure. The experiment was installed according to a randomized design of blocks at in that the treatments were arranged in a split plot design in time. They were found significant differences among treatments in relation to the accumulated volume of gases in the times 12, 24, 36, 48, 72 and 96 h of incubation for the treatments corn silage (CS) and elephant grass plus 14% of potato residue presented (ES 14%) in relation to the treatments elephant grass (ES) and elephant grass plus 7% of potato residue presented (ES 7%). The treatments CS and ES 14% provided productions of superior gases ES and ES 7%, except in the times 4 and 8 h in that the productions were similar. The diets that contains corn silages and of more elephant grass 14% of potato residue presented larger degradation rate, and gas productions of that the silages of pure elephant grass and of more elephant grass 7% of potato residue.

Keyword: fermentation periods, chew liquidate, *Pennisetum purpureum*, *Solanum tuberosum*

1 INTRODUÇÃO

As forragens representam uma enorme gama de alimentos volumosos que permitem a obtenção de produtos de origem animal (carne, leite, lã, couro) com os mais baixos custos. Como mencionado por Beever & Mould (2000), no entanto, a grande diversidade de forragens representa, ao mesmo tempo, oportunidades e desafios para a utilização desses alimentos nas dietas dos ruminantes. A diversidade mencionada não apenas se refere à enorme quantidade de espécies com potencial forrageiro, mas também às grandes variações encontradas em uma mesma espécie durante as estações do ano, alternando, assim, o seu valor nutritivo.

Uma das medidas adotadas para conservar o valor nutritivo da forrageira consiste no emprego da ensilagem, utilizando subproduto agroindustrial como aditivo muitas vezes motivado pelo excesso de umidade da planta no momento do corte. Muitos desses resíduos da agroindústria são fornecidos para os animais não se conhecendo a sua composição química e o seu valor nutritivo, como é o caso do raspa de batata (*Solanum tuberosum* L.).

Enquanto nutricionistas de monogástricos podem rotineiramente recorrer ao uso de tabelas de composição de alimentos para o balanceamento de rações, com certa segurança, os nutricionistas de ruminantes devem considerar que ao menos uma fonte alimentar deverá ser uma forrageira e, embora haja muitas tabelas de composição, as variações encontradas nessas forrageiras depois da ensilagem são enormes. Além disso, a avaliação de silagens aditivadas com subproduto para a nutrição de ruminantes deve considerar que o seu valor nutritivo depende, além de sua composição química, de vários outros fatores que atuam simultaneamente e que resultarão no final, em desempenho animal.

Uma das medidas para avaliar esses alimentos consiste no uso de técnicas *in vitro* que são menos onerosas e facilitam o controle das condições

experimentais. Essas técnicas podem ser eficientes desde que sejam facilmente reproduzíveis e altamente correlacionadas com os resultados obtidos *in vivo* (Getachew et al., 1998).

Semelhantemente à técnica *in situ*, a técnica *in vitro* de produção de gases também se baseia na degradação dos alimentos pelos microrganismos ruminais. Usando da simulação *in vitro* do ambiente ruminal, a técnica permite medir a formação de subprodutos (gases) da ação microbiana durante o processo de degradação. Estudos têm demonstrado que a produção de gases possui alta correlação com a digestibilidade e com a degradabilidade do alimento (Menke et al., 1979; Theodorou et al., 1994; Blümmel et al., 1997; Maurício et al., 1998; Bueno et al., 1999a; 1999b). A grande vantagem dessa metodologia é a praticidade de se medir a produção de gases com o emprego de um transdutor e a pequena quantidade de material necessário para o ensaio (Theodorou et al., 1994; Perez, 1997; Maurício et al., 1998; 1999).

O objetivo deste trabalho foi a avaliação das silagens de capim-elefante aditivadas com resíduo de batata pela técnica de produção de gás.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e animais

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (LANA/CENA/USP), Piracicaba- SP.

Como doadores de líquido de rúmen, foram utilizados 2 ovinos da raça Santa Inês, machos, adultos, castrados e providos de cânula ruminal permanente. A alimentação dos animais doadores foi constituída de forragem de gramínea cultivada e uma suplementação ao final do dia com feno de Tifton, concentrado comercial e sal mineral à vontade, conforme os requisitos mínimos para manutenção corporal de ovinos pesando, aproximadamente, 70 kg (AFRC, 1993).

2.2 Substratos

Os substratos utilizados foram a silagem de milho, silagem de capim-elefante, silagem de capim-elefante + 7% de resíduo de batata e silagem de capim-elefante + 14% de resíduo de batata e um controle interno utilizado pelo Laboratório de Nutrição Animal-LANA/CENA/USP). Essas amostras foram retiradas das silagens das dietas do experimento de consumo, produção e composição do leite. No momento da ensilagem dos tratamentos que contêm resíduo de batata as carretas que transportavam o material volumoso foram pesadas para conhecer o peso do material e poder calcular a quantidade de raspa de batata diversa que devia ser adicionada de cada carreta com o volumoso. Foi distribuída no comprimento total do silo, totalizando uma altura aproximada de 30 cm. Logo após a distribuição, foi adicionado o aditivo distribuindo em toda extensão do silo e misturado com um auxílio de um garfo, para obter uma

mistura homogênea do material. As silagens foram armazenadas em silos do tipo superfície, com capacidade para 15 toneladas. Estão apresentados abaixo os dados de composição das silagens.

TABELA 1 Composição bromatológica das silagens e do resíduo de batata.

Variáveis	Tratamentos				
	SM	SC	SC 7%	SC 14%	Batata
MS %	27,5	25,00	32,5	37,8	85,2
Ph	3,75	4,2	3,89	3,95	-
N-NH ₃ *	4,5	9,88	6,5	5,32	-
PB %	7,5	5,8	6,8	7,6	12,64
FDN %	54,5	73,9	68,6	57,1	13,91
FDA %	31,0	42,0	38,0	33,0	6,55
EE %	3,4	1,9	3,0	3,2	3,88
Amido %	-	-	-	-	58,6
DIVMS %	73,7	65,34	68,84	72,77	89,86
Ca %	0,3	0,33	0,27	0,25	0,13
P %	0,2	0,27	0,26	0,22	0,18

- N-NH₃ como %do N total.

Os substratos foram secos a 60°C, moídos em moinho do tipo Willey, utilizando peneira com perfurações de 2 mm e, posteriormente, armazenados em frascos plásticos com tampa vedante.

2.3 Colheita e preparo do inóculo

A colheita do líquido ruminal dos ovinos foi realizada por intermédio de uma sonda acoplada a uma seringa com o auxílio de uma pinça, através da cânula ruminal. Foi colheitada a fração mais sólida (particulados) e líquida. O material colheitado foi colocado em garrafas térmicas, previamente preenchido com CO₂ a uma temperatura de 39°C, segundo a técnica adaptada de Maurício et al. (1999).

No laboratório, o líquido ruminal colheitado foi misturado com a fração sólida na mesma proporção (50% de material da fase sólida e 50% da fase

líquida) e homogeneizado em liquidificador por 10 segundos, nas proporções a serem analisadas. Foi necessário para a recuperação dos microorganismos celulolíticos que se aderem fortemente à fração sólida. Após o processamento, esse inóculo foi filtrado em 3 fraldas de algodão, espremendo-se ao máximo, separando a parte sólida da líquida. As frações filtradas foram mantidas em banho-maria a 39°C, com dióxido de carbono insuflado sobre a solução continuamente, segundo a técnica adaptada de Maurício et al. (1999).

2.4 Preparos das garrafas para produção de gás

Foi conduzido um ensaio com quatro réplicas de cada amostra. Foram selecionadas garrafas de vidro de 160 mL, previamente identificadas e nelas procedeu-se à incubação de, aproximadamente, 0,5 g de MS do substrato a ser testado, adicionando-se 50mL de um meio contendo minerais e tamponantes e 25 mL de inóculo (líquido ruminal). Adicionalmente foram preparadas 4 garrafas sem substrato para cada animal, para se determinar quanto de produção de gás que o inóculo produziria (empregadas como branco). As garrafas foram vedadas com tampas de borracha, previamente mantidas em água quente e, usando uma agulha, retirou-se todo ar do interior das garrafas. Após a retirada do ar as garrafas foram homogeneizadas, agitando-as em seguida e acomodando-as na incubadora a 39°C. Esse foi considerado o tempo zero para a leitura. As garrafas foram retiradas da incubadora apenas para as leituras e mantidas sobre uma bandeja de plástico, segundo a técnica adaptada de Maurício et al. (1999).

2.5 Leituras da produção de gás

Os gases produzidos, durante os diferentes períodos da fermentação (0, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 h) foram medidos com um transducer - medidor de pressão (Theodororou et al., 1994; Bueno, 1998). Após 96 horas de incubação,

as garrafas foram colocadas em água com gelo para cessar a atividade microbiana. De cada leitura de pressão, foi subtraído o total produzido pelas garrafas sem substrato (branco) referentes a cada amostra. O material foi filtrado em cadinho poroso de peso conhecido; em seguida foi seco em estufa à temperatura de 105°C, até peso constante e, posteriormente, incinerado, determinando assim a matéria orgânica digerida no processo fermentativo, conforme proposto por France et al. (1993); Theodorou et al. (1994); Blümmel et al. (1997a) e Maurício et al. (1999). Os resultados obtidos na metodologia de produção de gases foram avaliados de acordo com o modelo não sigmoidal de Orskov e McDonald, (1979).

2.6 Cálculo da produção de gases

As leituras de pressão do gás das garrafas são dadas em (psi), necessitando ser transformadas em volume. Segundo Maurício et al. (1998), existe uma forte correlação entre o volume e a pressão, podendo essa relação ser expressa pela fórmula:

$$v = \text{Volume mL/g} = 0,0112\text{psi}^2 + 7,3358\text{psi}$$

onde:

v é o volume de gases produzido (em mL/g),

p a pressão (em psi).

Com o uso dessa equação efetua-se a transformação das leituras em pressão (psi), para volume de gases produzidos.

2.7 Análise estatística

O experimento foi conduzido, segundo um delineamento de blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em um esquema de parcelas subdivididas no tempo. O modelo estatístico que descreve as observações de acordo com Savian et al. (2007) por:

$$y_{ijk} = \mu + s_i + b_j + e_{ij} + t_k + st_{ik} + \varepsilon_{ijk},$$

em que:

y_{ijk} é o valor da variável dependente no j-ésimo bloco que recebeu a i-ésima silagem no k-ésimo tempo de incubação

μ é uma constante inerente a cada observação; s_i é o efeito da i-ésima silagem, com $i = 1, 2, 3, 4$

b_j é o efeito do j-ésimo bloco, com $j = 1, 2$

e_{ij} é o erro associado à parcela considerado independente e identicamente distribuído de uma Normal com média zero e variância σ_a^2

t_k é o efeito do k-ésimo tempo de incubação, com $k = 1, \dots, 8$

st_{ik} é o efeito da interação entre a i-ésima silagem e k-ésimo tempo de incubação

ε_{ijk} é o erro associado à subparcela, considerado independente e identicamente distribuído de uma Normal com média zero e variância σ_b^2 .

Os dados foram submetidos à análise de variância e os efeitos contemplados no modelo foram testados a um nível nominal de significância de 5%. As médias de silagens foram comparadas pelo teste de Scott-Knott e o efeito dos tempos de incubação sobre a variável dependente foi estudado por meio do ajuste de um modelo de regressão não linear.

O modelo estatístico não sigmoidal de Orskov e McDonald, (1979) utilizado para estimar os parâmetros de degradação através das curvas de produção de gás é dado por:

$$V_t = V_f \{1 - \exp[-k(t - L)]\},$$

em que:

V_t é a produção acumulada de gás (mL/g)

V_f é o potencial máximo de produção de gás (mL/g); $\exp$ é a base dos logaritmos neperianos

k é uma taxa específica de degradação (%/h)

t é o tempo de incubação das amostras (h)

L é o tempo de colonização das bactérias (h).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos em relação ao volume acumulado de gases nos tempos 12, 24, 36, 48, 72 e 96 h de incubação para os tratamentos SM e SC 14% comparados aos tratamentos SC e SC 7% ($P<0,05$) (TABELA 10A). Os volumes totais de gases produzidos pelos tratamentos SM, SC, SC+7% e SC +14% nos tempos 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 h (bioensaio) estão apresentados na TABELA 2. Logo os tratamentos SM e SC 14%, SC e SC 7% apresentaram produção semelhante entre si, respectivamente. Os tratamentos SM e SC 14% apresentaram produções de gases superiores a SC e SC 7%, exceto nos tempos 4 e 8 h quando as produções de gases foram semelhantes ($P<0,05$) (TABELA 2).

Os maiores valores de produção de gás observados para SM e SC 14% decorreram do fato de que alimentos ricos em carboidratos, como o amido presente na silagem de milho e na raspa de batata, propiciam uma maior fermentação ruminal e, conseqüentemente, maior produção de gás em relação a outros alimentos com maior proporção de carboidratos estruturais (parede celular). Esta melhor fermentação ruminal proporcionou um maior consumo e também melhor aporte de nutrientes na glândula mamária refletindo numa maior produção de leite dessas silagens comparado com a SC e SC 7% (22,94 e 22,66 kg/dia), como foi mencionado nos capítulos anteriores.

Segundo Stefanon et al. (1996), a fração solúvel em água dos carboidratos, não é bem definida quimicamente, devido às diferentes proporções de pectina, frutanas e amido contidas nos alimentos. Essa fração, entretanto, tem alto valor nutricional para os microrganismos do rúmen. Conseqüentemente, essas frações solúveis dos alimentos contribuem muito para a produção dos ácidos graxos voláteis, fonte de energia para os ruminantes.

TABELA 2 Valores médios de produção de gás, em mL/500mg, das silagens estudadas horas, em função dos tempos de incubação.

Tempo	Médias ¹			
	SC	SC 7%	SC 14%	SM
4	8,87 a	9,41 a	20,32 a	18,88 a
8	21,04 a	28,78 a	53,98 a	55,71 a
12	32,83 b	51,26 b	109,10 a	101,56 a
24	73,58 b	100,65 b	189,29 a	178,27 a
36	112,00 b	142,11 b	247,52 a	238,10 a
48	147,84 b	182,51 b	294,49 a	288,32 a
72	195,81 b	232,80 b	347,62 a	343,92 a
96	232,36 b	271,65 b	380,32 a	381,09 a

1- Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

Campos et al.(2001) ao trabalhar com silagem de milho com alta umidade observaram uma produção de gás 23,1 mL/ 100mg de amostra na matéria seca no tempo de 48 h. Esse valor, quando convertido para 500 mg de amostra, correspondeu a 115,5 mL de gás. Campos et al. (2002) observaram que capim-elefante com 60 dias obtiveram uma produção de gás 19,1 mL/ 100mg de amostra na matéria seca no tempo de 48 h. Esse valor, quando convertido para 500 mg de amostra, correspondeu a 95,5 mL de gás. Essas produções de gás foram abaixo do encontrado neste estudo. As possíveis diferenças obtidas são em função das metodologias das mensurações acumulativas dos gases, os sistemas manométricos e volumétricos os quais são realizados manualmente em tempos espaçados e as efetuadas por sensores de pressão automatizadas e contínuas.

Vários fatores interferem na produção de gás das silagens de milho e capim-elefante como: processamento e confecção das silagens, padrões fermentativos, maturidade da planta, temperatura e composição bromatológica. Um fator de suma importância na avaliação de volumosos é a temperatura ambiental em que foi produzido o volumoso. Temperaturas elevadas geralmente

deprimem a digestibilidade da matéria seca dos alimentos, pelo aumento nas concentrações dos constituintes da parede celular (fibra em detergente neutro, hemicelulose, celulose), Ford et al. (1979) e Wilson (1982), citados por Buxton & Fales (1994).

Essa variação também pode ser atribuída, provavelmente, aos diferentes pontos de colheitas das alfafas avaliadas, bem como à sua composição bromatológica: 20,9% de PB; 33,8% de FDN; e 25,8% de FDA contra 22,5; 34,6; e 22,0%, respectivamente, obtidas por Stefanon et al. (1996). Além disso, o inóculo utilizado neste trabalho foi obtido de animais consumindo alimentos diferentes dos analisados.

Além das fontes de variação já mencionadas, Campos et al.(2000) citam que existem outras variações que estão ligadas aos animais doadores de inóculo ruminal que, dependendo da categoria, do sexo e estado fisiológico, poderão apresentar diferenças no potencial fermentativo do inóculo.

Cabral et al.(2005) determinaram as produções de gases das silagens de oito cultivares de sorgo, obtendo valores de 322 a 430 ml/g de MS para Digestibilidade *in vitro* 96 horas (D96h). Maurício et al. (1999) também trabalharam com produção de gases de silagem de diferentes cultivares de sorgo obtendo valores de 166 a 194 mL/g de MS também para D96 h. Estes autores pesquisando as mesmas espécies forrageira observaram grande diferença na produção de gás, semelhante ao encontrado neste estudo

Houve efeito significativo para a taxa de degradação e produção potencial de gás ($P<0,05$) (TABELA 10A). As taxas de degradação da fração solúvel da MS foram menores para a SC e SC 7% e relação a SC 14% e SM (TABELA 3). Essa variação também pode ser atribuída, provavelmente, à composição bromatológica das silagens SC e SC 7% e em relação à SC 14% e SM (TABELA 1). Esses resultados estão próximos aos encontrados por David et

al.(2001). A adição de 14% de resíduo de batata proporcionou uma taxa de degradação 2,54 vezes maior comparado à silagem de capim-elefante.

Esses autores, Campos et al.(2000) e Cabral et al. (2005), porém, encontraram taxa de degradação da fração solúvel da matéria seca maiores do que o presente trabalho para o capim elefante de 5,8 %/ h. e 16 %/ h, para capim elefante com 63 e 45 dias de idade, respectivamente. Também Malafaia et al. (1998) estudando a produção de gás observaram uma taxa de degradação de 3,24%/h, para capim- elefante, com 60 dias e para silagem de milho de 3,64%/ h superiores ao encontrados neste estudo que foi de 1,1%/h para silagem de capim-elefante e 2,5%/h para silagem de milho.

Lopes et al. (2004) ao analisar silagem de capim-elefante acrescida com raspa de batata não observaram diferença entre as taxas de degradação, quando se adicionou 0, 5, 10 e 15% de resíduo de batata, cujo valor médio foi de 3%/h. logo esse resultado ficou próximo daquele da SC 14%do presente estudo.

O tempo de colonização do substrato (L) pelos microrganismos ou (lag time) obteve efeito significativo entre os tratamentos ($P<0,05$) (TABELA 10A). O tempo de colonização foi maior para a SC e SC 7% em relação à SC 14% e SM (TABELA 3). Esta diferença é em função de que as silagens de SC e SC 7% apresentavam maiores valores de FDN, FDA e DIVMS do que as silagens SC 14% e SM (TABELA 1). Esses valores possuem significado se interpretados quanto à sua interferência no enchimento ruminal (Vieira et al., 1997). Malafaia et al. (1998), trabalhando com capim-elefante com 60 dias de rebrota e silagem de milho encontraram maiores valores para tempo de colonização (8,45 e 12,09 /h), quando comparados aos deste estudo que foram iguais 2,66 e 1,96/h para SC e SM.

David et al. (2001) avaliando capim elefante, observaram um tempo médio de colonização próximo ao do presente estudo, porém, com relação ao potencial máximo de produção de gás (Vf) os valores foram inferiores.

TABELA 3 Produção de gases potencial (Vf), em ml/500g, taxa de degradação (K) em %/h, tempo de colonização (L) em h e degradabilidade *in vitro* (D24 e D96 h), em % das silagens estudadas .

Tempo	Médias ¹				
	Vf	K	L	D 24	D 96
SM	417,7 a	2,5 a	1,96 a	51,5	70,5
SC	358,8 b	1,1 b	2,66b	31,8	54,16
SC 7%	354,5 b	1,5 b	2,28 b	32,23	61,15
SC 14%	405,8 a	2,8 a	2,16 a	47,82	68,88

Rezende et al. (2007) e Lopes et al. (2004) encontraram valores médios para degradabilidade *in vivo* semelhantes aos encontrados neste trabalho. Campos et al. (2002), medindo a produção de gases do capim-elefante aos 45 dias de idade, encontraram valor médio de degradabilidade de 81% com 96 horas de incubação superior ao encontrado neste estudo.

A degradabilidade, nos tempos de 24h e 96h, não foi possível fazer análises estatísticas por motivo de perdas de repetições durante o processo de elaboração das análises. Por esse motivo só colocaram-se os valores observados, sem análises estatísticas dos dados.

As produções de gás potencial foram maiores para as SM e SC 14% comparados com SC e SC 7% ($P < 0,05$) (TABELA 3). Para a SM não houve diferença estatística em relação a SC14%, o mesmo acontece com SC em relação a SC 7% ($P > 0,05$) (TABELA 3). Pode-se observar que com o decorrer do tempo leitura, a produção de gás potencial ficou acima do tempo de 96 horas para todos os substratos (FIGURA 1).

Pela cinética fermentativa (FIGURA 1), pode ser observado que os tratamentos que com maior teor de amido e menor teor de fibra (SC 14% e SM) proporcionaram elevada produção de gases. Isso pode ser explicado pela pequena contribuição das fibras na produção total de gases, ocorrendo

igualmente para o tempo de colonização do substrato. Pelas curvas de degradação da FIGURA 1 percebe-se que os tratamentos tendem a estabilizar a produção de gás, aproximadamente, próximo das 96 horas.

Através do modelo não sigmoidal de Orskov e McDonald (1979), foi possível obter o perfil fermentativo das silagens nas diferentes fases de desenvolvimento. Esse modelo supõe que a taxa de produção de gás depende unicamente do substrato disponível para fermentação, uma vez alcançado o tempo de colonização.

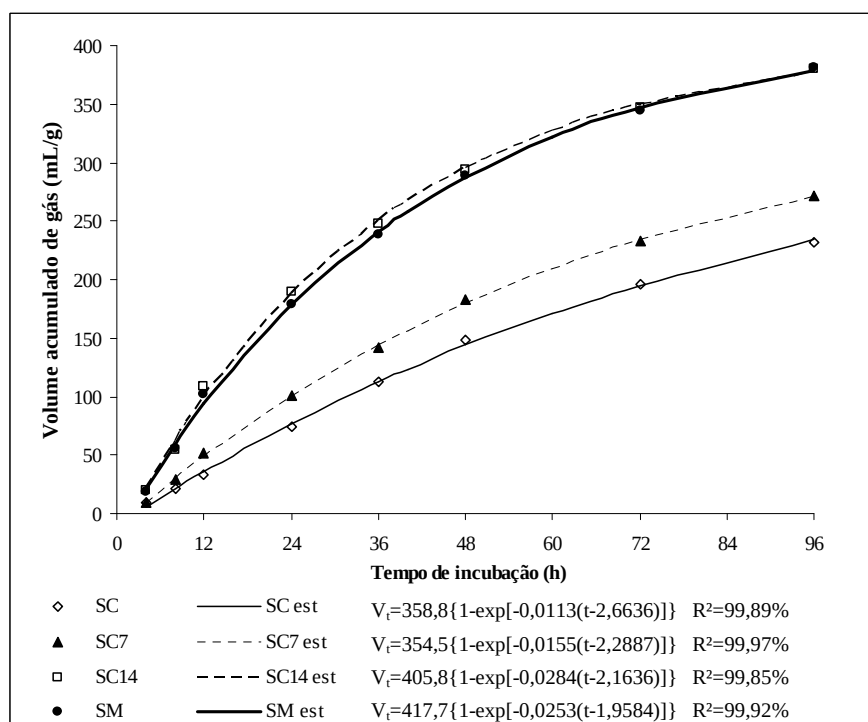


FIGURA 1 Valores observados e estimados de volume de gás acumulado, em ml/g, segundo as silagens estudadas.

4 CONCLUSÃO

As SM e SC 14% apresentaram maiores taxas de degradação e maiores produções de gases que as silagens de capim e silagem de capim mais 7 % de raspa de batata.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. **Energy and protein requirement of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159 p.

BEEVER, D. E.; MOULD, F. L. Forage evaluation for efficient ruminant livestock production. In: GIVENS, D. I.; OWEN, E.; AXFORD, R. F. E.; OMED, H. M. (Ed.). **Forage evaluation in ruminant nutrition**. Wallingford: CAB, 2000. chap. 2, p. 15-42.

BLÜMMEL, M.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. *In vitro* gas production: a technique revisited. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 77, n. 1, p. 24-34, 1997a.

BLÜMMEL, M.; STEINGAB, H.; BECKER, K. The relationship between *in vitro* gas production, *in vitro* microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 77, p. 911-921, 1997b.

BUENO, I. C. S.; ABDALLA, A. L.; CABRAL FILHO, S. L. S.; OWEN, E.; MOULD, F. L.; MACHADO, M. C.; GOBBO, S. P. Uso de líquido ruminal e fezes de bovinos e ovinos como fonte de inóculos para técnica *in vitro* de produção de gases (Compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999a. p. 122-126. 1 CD-ROM. (Trabalho, 0360)

BUENO, I. C. S.; ABDALLA, A. L.; CABRAL FILHO, S. L. S.; VITTI, D. M. S. S.; OWEN, E.; MAURICIO, R. M.; GIVENS, I.; SUTTON, J. D.; MOULD, F. L. Comparison of inocula from sheep and cattle for the *in vitro* gas production under tropical conditions. In: ANNUAL MEETING OF THE BRITISH SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999, Scarbourough. **Proceedings...** Penicuik: BSAS, 1999b. p. 151.

BUENO, I. C. S. **Comparação entre técnica *in vitro* e *in situ* de avaliação de braquiária para ruminantes**. 1998. 133 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

BUXTON, D. R.; FALES, S. L. Plant environment and quality. In: FAHEY JUNIOR, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 155-199.

CABRAL FILHO, S. L. S.; ABDALLA, A. L.; BUENO, I. C. S.; NOZELLA, E. F.; RODRIGUES, J. A. S. Ruminant fermentation and degradability of sorghum cultivar whole crop, and grains, using an in vitro gas production technique. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 123, n. 1, p. 329-339, 2005.

CABRAL, L. da S.; VALADARES FILHO, S. C.; MALAFAIA, P. A. M.; LANA, R. de P.; SILVA, J. F. C. da; VIEIRA, R. A. M.; PEREIRA, E. S. Estimação da digestibilidade intestinal da proteína de alimentos por intermédio da técnica de três estádios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 546-552, 2001.

CAMPOS, F. P.; BOSE, M. L. V.; BOIN, C. Avaliação do sistema de monitoramento computadorizado da digestão *in vitro*. 3 - Desaparecimento da matéria seca e/ou FDN pela produção de gás. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, p. 537-544, 2000.

DAVID, F. M.; TEIXEIRA, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; PEREZ, J. R. O.; SANTOS, R. A.; SANTOS, M.; FERNANDES, F. F. Avaliação da composição bromatológica e degradabilidade, através da técnica in vitro/gás, do Capim elefante e Colonião submetido a diferentes idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTEKNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 1174-1176. 1 CD-ROM.

FRANCE, J.; DHANOA, M. S.; THEODOROU, M. K.; LISTER, S. J.; DAVIES, S. J.; ISAC, D. A model to interpret gas accumulation profiles with *in vitro* degradation of ruminant feeds. **Journal of Theoretical Biology**, London, v. 163, p. 99-111, 1993.

GETACHEW, M. G.; BLÜMMEL, H. P. S.; MAKKAR, K. B. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 72, p. 261-281, 1998.

LOPES, L. S.; CARDOSO, F. H. G.; PAIVA, P. C. A.; REZENDE, V. M.; BARCELOS, A. F. Avaliação do farelo de batata diversa (*Solanum tuberosum* L.) em ensaio de degradabilidade ruminal. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA, 17., 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2004. 1 CD-ROM. (Trabalho, 036)

MALAFAIA, P. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, R. A. M.; SILVA, J. F. C. da; PEREIRA, J. C. Cinética ruminal de alguns alimentos investigada por técnicas gravimétricas, metabólicas e não invasivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 370-380, 1998.

MAURICIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S.; OWEN, E.; CHANNA, K. S.; THEODOROU, M. K. Semi automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 79, p. 321-330, 1999.

MAURICIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S.; OWEN, E.; CHANNA, K. S.; THEODOROU, M. K. Semi automation of the *in vitro* gas production technique using a pressure transducer. In: ANNUAL MEETING BRITISH SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1998, Scarborough. **Posters...** Scarborough: BSAS, 1998. p. 70.

MENKE, K. H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A.; STAINGASS, H.; FRITZ, H.; SCHNEIDER, W. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuff from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 93, p. 217-222, 1979.

ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 92, n. 1, p. 499-503, 1979.

PEREZ, J. R. O. Sistema para a estimativa de digestibilidade *in vitro*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: FAEPE-UFLA, 1997. p. 55-68.

REZENDE, V. M.; PAIVA, P. C. A.; BARCELOS, A. F.; TEIXEIRA, J. C.; NOGUEIRA, D. M. Degradabilidade ruminal das silagens de capim-napier produzidas com diferentes níveis de farelo de batata diversa. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 485-491, 2007.

SAVIAN, T. V.; MUNIZ, J. A.; AQUINO, L. H. de; BANYIS, V. L.; FERREIRA, D. F. Degradability study of neutral detergent fiber of coast cross (*Cynodon dactylon* x *Cynodon nlenfunessis*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1184-1190, 2007.

STEFANON, B.; PELL, A. N.; SCHOFIELD, P. Effect of maturity on digestion kinetics of water-soluble and waterinsoluble fractions of alfalfa and brome hay. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 5, p. 1104-1115, 1996.

THEODOROU, M. K.; WILLIAMS, B. A.; DHANOA, M. S.; MCALLAN, A. B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 48, p. 185-197, 1994.

VIEIRA, R. A. M.; PEREIRA, J. C.; MALAFAIA, P. A. M. Application of non-linear models in the description of *in situ* degradation profiles of the elephant-grass (*Pennisetum purpureum* Schum.; Mineiro variety). **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 66, n. 3, p. 197-210, 1997.

ANEXOS

	Página
TABELA 1A Resumo das análises de variância das ingestões de MS, MO e PB na MS das silagens estudadas.....	97
TABELA 2A Resumo das análises de variância das ingestões de EE, CHOT e CNF na MS das silagens estudadas.....	97
TABELA 3A Resumo das análises de variância das ingestões de FDN, FDA e Ca na MS das silagens estudadas.....	98
TABELA 4A Resumo das análises de variância das ingestões de P, FDN %(PV) e MS %(PV) das silagens estudadas.....	98
TABELA 5A Resumo das análises de variância das produções de PL, PL 3,5%(PV) e Gordura (kg/dia) das silagens estudadas.....	99
TABELA 6A Resumo das análises de variância das produções de Proteína (kg/dia), ESD (kg/dia) e sólidos totais (kg/dia) das silagens estudadas.....	99
TABELA 7A Resumo das análises de variância das produções de lactose (kg/dia), NUL(ml/dia) e gordura (%) das silagens estudadas.	100
TABELA 8A Resumo das análises de variância dos teores de Proteína, ESD e sólidos totais das silagens estudadas.....	100
TABELA 9A Resumo das análises de variância dos teores de lactose (kg/dia), NUL(ml/dia) e gordura (%) das silagens estudadas.....	101
TABELA 10A Resumo da análise de variância para volume de gás, em ml/g, até noventa e seis horas, em função dos tratamentos. estudado.....	101

TABELA 1A Resumo das análises de variância das ingestões de MS, MO e PB na MS das silagens estudadas.

FV	GL	QM		
		IMS	IMO	IPB
Quadrado	2	42.3369*	70.9454*	2,5218 *
Período (Quadrado)	9	11.7010*	4.0863*	0,0888
Vacas (Quadrado)	9	73.1369*	1.3812	0.0344
Tratamentos	3	28.2709*	5.5515*	0,1265*
Trat *Quadrados	6	6.5874 *	0.9677	0,0130
Erro	18	4.7002*	1.1512	0,0407
Total	47			
CV		6.71%	6,31%	6,88%

TABELA 2A Resumo das análises de variância das ingestões de EE, CHOT e CNF na MS das silagens estudadas.

FV	GL	QM		
		IEE	ICHOT	ICNF
Quadrado	2	0.3960*	19.9543*	126.7885*
Período (Quadrado)	9	0.0078	0.5464	8.6457
Vacas (Quadrado)	9	0.0087	0.7486	7.1055
Tratamentos	3	0.0719*	2.4055	18.9444
Trat *Quadrados	6	0.0065*	0.5897	7.5261
Erro	18	0.0061	0.7860	6.1777
Total	47			
CV		9,58%	1.10%	5,73%

TABELA 3A Resumo das análises de variância das ingestões de FDN, FDA e Ca na MS das silagens estudadas.

FV	GL	QM		
		IFDN	IFDA	ICa
Quadrado	2	17.5169 *	8.1122*	5312.0821*
Período (Quadrado)	9	0.3506	0.1426	241.1432
Vacas (Quadrado)	9	0.4101	0.1301	62.5786
Tratamentos	3	0.9688*	2.3350*	692.7687*
Trat *Quadrados	6	0.2067	0.1929	80.5065
Erro	18	0.2465	0.0945	110.6478
Total	47			
CV		6,83%	6,42%	8,37%

TABELA 4A Resumo das análises de variância das ingestões de P, FDN %(PV) e MS %(PV) das silagens estudadas.

FV	GL	QM		
		IP	IFDN%(PV)	IMS%(PV)
Quadrado	2	1530.3733*	5.1472*	42.3369*
Período (Quadrado)	9	45.3463	1.6561	11.7010 *
Vacas (Quadrado)	9	20.9421	7.3580*	73.1369*
Tratamentos	3	396.2914*	5.1796*	28.2709*
Trat *Quadrados	6	15.6935	0.5836	6.5874
Erro	18	17.4217	1.0367	4.7002
Total	47			
CV		6,11%	7,98%	6.71 %

TABELA 5A Resumo das análises de variância das produções de PL, PL 3,5%(PV) e Gordura (kg/dia) das silagens estudadas.

FV	GL	QM		
		PL	PL 3,5%	Gordura (kg/dia)
Quadrado	2	397.4192*	256.2699*	0.2119*
Período (Quadrado)	9	4.3194*	1.7555	0.0052
Vacas (Quadrado)	9	20.8069*	23.7939*	0.0380*
Tratamentos	3	18.2512*	12.8993*	0.0217*
Trat *Quadrados	6	0.8226	4.7348	0.0143
Erro	18	1.2539	2.4993	0.0064
Total	47			
CV		4,70%	6,82%	10.08 %

TABELA 6A Resumo das análises de variância das produções de Proteína (kg/dia), ESD (kg/dia) e sólidos totais (kg/dia) das silagens estudadas.

FV	GL	QM		
		Proteína (Kg/dia)	ESD (Kg/dia)	Sólidos T (Kg//dia)
Quadrado	2	0.2113*	1.7636*	3.0144 *
Período (Quadrado)	9	0.0014	0.0244*	0.0172
Vacas (Quadrado)	9	0.0282*	0.1955*	0.3666*
Tratamentos	3	0.0197*	0.1439*	0.1755*
Trat *Quadrados	6	0.0017	0.0079	0.0300
Erro	18	0.0013	0.0079	0.0286
Total	47			
CV		4,88%	4,46%	6.08 %

TABELA 7A Resumo das análises de variância das produções de lactose (kg/dia), NUL(ml/dia) e gordura (%) das silagens estudadas.

FV	GL	QM		
		Lactose (Kg/dia)	NUL (ml/dia)	Gordura (%)
Quadrado	2	0.5452*	4.3476*	1.2213*
Período (Quadrado)	9	0.0149*	1.8665*	0.1721
Vacas (Quadrado)	9	0.0654*	0.8744*	0.3560*
Tratamentos	3	0.0422*	0.1330	0.2428
Trat *Quadrados	6	0.0018	0.1211	0.1593
Erro	18	0.0033	0.2098	0.0902
Total	47			
CV		5,49%	14,87%	8,82 %

TABELA 8A Resumo das análises de variância dos teores de Proteína, ESD e sólidos totais das silagens estudadas.

FV	GL	QM		
		Proteína (%)	ESD (Kg/dia)	Sólidos T (Kg//dia)
Quadrado	2	0.6487*	2.9275*	8.9313*
Período (Quadrado)	9	0.0246 *	0.0604	0.2600
Vacas (Quadrado)	9	0.1275*	0.5219*	0.9794*
Tratamentos	3	0.0059	0.0117	0.2299
Trat *Quadrados	6	0.0127	0.0551	0.2860
Erro	18	0.0093	0.0287	0.1034
Total	47			
CV		3.09%	2,00%	2,71 %

TABELA 9A Resumo das análises de variância dos teores de lactose (kg/dia), NUL(ml/dia) e gordura (%) das silagens estudadas.

FV	GL	QM	
		Lactose (%)	NUL (%)
Quadrado	2	0.4386*	4.3476 *
Período (Quadrado)	9	0.0248	1.8665*
Vacas (Quadrado)	9	0.2975*	0.8744*
Tratamentos	3	0.0153	0.1330
Trat *Quadrados	6	0.0287	0.1211
Erro	18	0.0217	0.2098
Total	47		
CV		3.33%	14,87%

TABELA 10A Resumo da análise de variância para volume de gás, em ml/g, até noventa e seis horas, em função dos tratamentos estudados.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio (valor <i>p</i>)
Silagem (S)	3	42761,6830 *
Inóculo (I)	1	34793,8092 *
Erro a	3	1654,7050
Tempo (T)	7	100371,1203 *
T x S	21	1583,6789 *
Erro b	28	423,4558
CVa (%)		25,56
CVb (%)		12,93