EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO PELO GRÃO DE MILHETO
(*Pennisetum americanum*), EM DIETAS DE BOVINOS DE CORTE EM
CONFINAMENTO

JOSÉ RENATO SILVA GONÇALVES

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **ALEXANDRE VAZ PIRES**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, para a obtenção do título De Mestre em Agronomia, área de concentração: Ciência Animal e Pastagens.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Março-2000

**Dados Internacionais de catalogação na Publicação <OP>
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO •Campus "Luiz de Queiroz"/USP**

Gonçalves, José Renato Silva

Efeito da substituição do grão de milho pelo grão de milheto (*Pennisetum americanum*), em dietas de bovinos de corte em confinamento/ José Renato Silva Gonçalves. -- Piracicaba, 2000.

70 p.

Dissertação (mestrado) -- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.
Bibliografia.

1. Bovino de corte 2. Confinamento animal 3. Dieta animal 4. Digestão animal 5.
Grão de milho 6. Milheto 7. Silagem 1 Título

CDD 636.2084

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/ USP) por meio do Departamento de Produção Animal, pela oportunidade de realização desse curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de estudos e financiamento do projeto.

Ao Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires, pela orientação precisa, compreensão, confiança, amizade e exemplo profissional.

A todos os professores do Departamento de Produção Animal, pelos preciosos ensinamentos e a colaboração na condução desse trabalho.

Aos colegas Reinaldo Canha de Oliveira Júnior, Juliano Jose de Rezende Fernandes, Paulo Garcez de Oliveira, pela amizade e pela agradável convivência.

Ao estagiário Adriano Barrichelo, pela amizade, e pela valiosa ajuda na condução do experimento.

Aos estagiários do Clube de Práticas Zootécnicas (CPZ), pela amizade e pelo auxílio prestativo quando solicitado.

Ao Sr. Laureano Alves da Silva e os demais funcionários do Departamento de produção animal, que direta ou indiretamente colaboraram com a execução desse projeto.

Ao Sr. Carlos César Alves e os demais funcionários do Laboratório de Bromatologia do Departamento de Produção Animal, pelos ensinamentos e colaboração nas determinações laboratoriais.

À Laísse Garcia de Lima, pelo amor, apoio e compreensão, sem a qual a realização desse trabalho teria sido muito difícil.

E a todos aqueles que de alguma forma colaboraram com a execução desse trabalho.

OBRIGADO.

A DEUS,

Sem o qual nada disso seria possível,

Aos meus queridos pais,

José e Marilena, pela formação, orientação, incentivo e apoio para
que eu pudesse chegar até aqui,

Aos meus queridos irmãos,

Pedro Paulo e Cláudia pela eterna amizade,

DEDICO.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
SUMMARY	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Silagem na alimentação de ruminantes	3
2.1.1 Princípios básicos da ensilagem	5
2.2 Silagem de milho	6
2.3 Silagem de capim elefante	7
2.3.1 Aditivos para a silagem de capim elefante	9
2.3.2 Técnicas para aumentar o teor de matéria seca das silagens de capins	9
2.3.3 Uso de polpa de citros como aditivo na ensilagem do capim elefante	11
2.4 Grãos de cereais na alimentação de ruminantes	13
2.5 Milho	15
2.6 Milheto	16
2.7 Efeitos da substituição do grão de milho pelo grão de milheto	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Animais e instalações	24
3.2 Tratamentos	24
3.3 Período experimental.	26
3.3.1 Coletas de dados referentes ao consumo de matéria seca	27

3.3.2 Coleta de amostras para a determinação da digestibilidade aparente no trato digestivo total.....	27
3.3.3 Coleta de amostras para a determinação da digestibilidade aparente no rúmen e intestinos.....	28
3.3.4 Análises bromatológicas das dietas, sobras e fezes.....	29
3.3.5 Coleta do conteúdo ruminal para determinação do pH, ácidos graxos voláteis (AGV) e amônia.....	30
3.4 Análises estatísticas	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Composição das dietas.....	34
4.2 Efeito dos tratamentos sobre o consumo voluntário de matéria seca e digestibilidade aparente no trato digestivo total dos nutrientes.....	35
4.3 Efeito dos tratamentos sobre os parâmetros ruminais.....	41
4.3.1 pH ruminal.....	41
4.3.2 Concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen.....	43
4.3.3 Concentração ruminal de ácidos graxos voláteis.....	46
4.3.3.1 Ácidos graxos voláteis totais.....	46
4.3.3.2 Ácido acético.....	49
4.3.3.3 Ácido propiônico.....	51
4.3.3.4 Ácido butírico.....	54
4.3.3.5 Relação acético/ propiônico.....	56
5 CONCLUSÕES.....	58
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

LISTA DE TABELAS

Página

1 Exigências hídricas de várias culturas em Akson, Colorado EUA.....	18
2 Composição proximal do milho grão (com base na matéria original).....	20
3 Composição de quatro vitaminas no grão de milho (com base na matéria original).....	20
4 Composição mineral do grão de milho (com base na matéria original).....	21
5 Composição energética do grão de milho (com base na matéria original).....	22
6 Composição químico-bromatológica do milho, sorgo e milho.....	23
7 Proporção dos ingredientes na dieta.....	25
8 Composição aproximada das dietas.....	26
9 Quadro esquemático de análise de variância para o ensaio de consumo e digestibilidade.....	32
10 Quadro esquemático de análise de variância para o pH, ácidos graxos voláteis e nitrogênio amoniacal.....	33
11 Composição bromatológica das dietas.....	34
12 Efeito dos tratamentos sobre o consumo e a digestibilidade aparente no trato digestivo total da matéria seca e da matéria orgânica.....	36
13 Efeito dos tratamentos sobre o consumo e a digestibilidade aparente no trato digestivo total da total da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido.....	38
14 Efeito dos tratamentos sobre o consumo e a digestibilidade aparente no trato digestivo da proteína bruta, amido e extrato etéreo.....	39
15 Efeito dos tratamentos sobre o pH do fluido ruminal.....	42

16 Efeito dos tratamentos sobre a concentração de amônia ruminal.....	44
17 Efeito dos tratamentos sobre a concentração total de ácidos graxos voláteis no fluido ruminal (mM).....	47
18 Efeito dos tratamentos sobre a concentração de acetato no fluido ruminal (mM).....	50
19 Efeito dos tratamentos sobre a concentração de propionato no fluido ruminal (mM).....	52
20 Efeito dos tratamentos sobre a concentração de butirato no fluido ruminal (mM).....	55
21 Efeito dos tratamentos sobre a relação acético/propiónico no fluido ruminal (mM).....	57

LISTA DE FIGURAS

Página

1 Efeito dos tratamentos sobre o pH do fluído ruminal.....	43
2 Efeito dos tratamentos sobre a concentração de amônia ruminal.....	45
3 Efeito dos tratamentos sobre a concentração total de ácidos graxos voláteis no fluído ruminal.....	48
4 Efeito dos tratamentos sobre a concentração de acetato no fluído ruminal.....	51
5 Efeito dos tratamentos sobre a concentração de propionato no fluído ruminal..	53
6 Efeito dos tratamentos sobre a concentração de butirato no fluído ruminal	55
7 Efeito dos tratamentos sobre a relação acético/propiónico no fluído ruminal	57

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO GRÃO DE MILHO PELO GRÃO DE MILHETO
(*Pennisetum americanum*), EM DIETAS DE BOVINOS DE CORTE EM
CONFINAMENTO**

Autor: JOSÉ RENATO SILVA GONÇALVES

Orientador: Prof. Dr. ALEXANDRE VAZ PIRES

RESUMO

Avaliou-se o efeito da substituição do grão de milho pelo grão de milheto, em dietas contendo silagem de milho ou silagem de capim elefante aditivada com 13% de polpa cítrica seca e peletizada, sobre o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e os parâmetros ruminais. Seis garrotes Nelore, com peso vivo médio de 250 kg, foram utilizados em um quadrado latino 6x6, com arranjo fatorial 2x3 (2 volumosos e três níveis de substituição de amido), constituindo os tratamentos: 1, 2 e 3, silagem de milho e 4, 5 e 6, silagem de capim elefante aditivada com 13% de polpa cítrica seca e peletizada. Para cada volumoso, substituiu-se o amido do grão de milho pelo amido do grão de milheto nas seguintes proporções: 100:0; 50:50; 0:100 na matéria seca do concentrado. A inclusão de milheto não afetou ($P > 0,05$) o consumo e a digestibilidade dos nutrientes da dieta, com exceção da digestibilidade do extrato etéreo e do amido que aumentaram com a inclusão de milheto. A utilização da silagem de capim elefante aumentou ($P < 0,05$) o consumo e a digestibilidade da fibra em detergente ácido e a digestibilidade da fibra em detergente neutro, enquanto que a silagem de milho aumentou ($P < 0,05$) o

consumo de amido. A inclusão de milho reduziu ($P<0,05$) os valores de amônia e acetato ruminal, enquanto que a utilização da silagem de capim elefante aumentou ($P<0,05$) as concentrações dos ácidos graxos totais, acetato, butirato e a relação acético:propiónico.

EFFECT OF REPLACING CORN GRAIN BY MILLET GRAIN (*Pennisetum americanum*) ON BEEF CATTLE FEEDLOT DIET

Author: JOSÉ RENATO SILVA GONÇALVES

Adviser: Prof. Dr. ALEXANDRE VAZ PIRES

SUMMARY

Six Nelore steers (initial body weight 250 kg) were used in a 6 X 6 Latin Square design to evaluate the effects of replacing corn grain by millet grain on feed intake, nutrient digestibility and ruminal parameters. A 2 X 3 factorial arrangement composed the following experimental treatments: 1, 2 and 3 were corn silage based and 4, 5 and 6 were elephant grass silage added with 13% of dry citrus pulp. In each roughage, corn grain starch was replaced by millet grain starch in the following ratio: 100:0, 50:50 and 0:100 of concentrate dry matter. Adding millet to the diet did not affected ($P>0.05$) feed intake and nutrient digestibility, except ether extract and starch digestibility which increased as millet was added to the diet. Elephant grass silage increased ($P<0.05$) feed intake and acid and neutral detergent fiber digestibility. Corn silage increased ($P<0.05$) starch intake. Millet replacement decreased ($P<0.05$) ruminal ammonia and acetate. Elephant grass silage increased ($P<0.05$) total fatty acids, acetate and butirate concentration and the acetate:propionate ratio.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil devido a sua vasta extensão territorial, associado ao clima tropical existente em quase todo território nacional, destaca-se no contexto mundial como uma das grandes potências para a produção de carne bovina. Essa característica de clima tropical, permite ainda, o desenvolvimento de uma grande diversidade de plantas forrageiras de elevado potencial produtivo.

O potencial produtivo das gramíneas tropicais em sistemas intensivos, pode alcançar valores superiores a 80 toneladas de matéria seca por hectare por ano, mantendo uma qualidade nutricional adequada, como é o caso do capim elefante (*Pennisetum purpureum*). Essa elevada produtividade normalmente é acompanhada de uma redução no custo da matéria seca produzida, o que pode reduzir os custos de produção, e maior competitividade da carne brasileira no mercado internacional.

Apesar da grande produtividade das plantas forrageiras tropicais, essas apresentam sua produção concentrada nos meses quentes e chuvosos, ou seja, de outubro a março (em quase todo território brasileiro), onde observamos 75 a 85% da produção anual das forragens, o que caracteriza o fenômeno denominado de estacionalidade de produção das forragens. Essa característica das plantas forrageiras exige a adoção de técnicas, que visem solucionar, ou, pelo menos

amenizar, os danos causados aos animais devido a falta de alimento nos períodos secos.

A suplementação no período de escassez de forragens com dietas à base de silagem de milho e grãos de cereais nobres, frequentemente utilizado em países desenvolvidos, eleva o custo de produção nesse período. Essa técnica muitas vezes é inviável econômica e operacionalmente, devido a falta de aptidão do pecuarista para produção de cereais, indispensável à viabilização desse sistema de produção.

Nesse sentido diversos trabalhos foram realizados buscando-se avaliar alimentos e técnicas de produção alternativas, capazes de reduzir as áreas destinadas a produção de alimentos conservados e os custos de produção, bem como a maior adoção pelos pecuaristas. Como por exemplo, pode-se sugerir uma única planta forrageira tanto para exploração sob pastejo, como para a produção de alimento conservado. Dentre as opções de plantas forrageiras, o capim elefante foi um dos mais estudado para esse propósito, onde buscou-se determinar os melhores intervalos entre cortes e pastejos, além de técnicas de conservação capazes de proporcionar um desempenho animal satisfatório.

Associados a esses novos volumosos, também buscou-se a utilização de novos alimentos concentrados, como por exemplo, os subprodutos das indústrias de transformação de alimentos como o farelo de soja, polpa cítrica, farelo de algodão e outros. Além disso, a utilização de grãos obtidos de culturas anuais secundárias estabelecidas nas áreas agrícolas, principalmente sob a forma de plantio direto, como é o caso do sorgo e do milheto, também podem colaborar com a redução do custo de produção, devido ao seu menor custo de oportunidade e

não competirem com a alimentação humana, como é o caso do milho, trigo, aveia e outros grãos tidos como nobres.

Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da substituição do amido do grão de milho pelo amido do grão de milheto, no desempenho de animais recebendo dietas contendo silagem de milho ou silagem de capim elefante aditivada com 13% de polpa cítrica seca e peletizada, no consumo e digestibilidade dos nutrientes e nos parâmetros ruminais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Silagem na Alimentação de Ruminantes

O processo de conservação de plantas forrageiras na forma de silagem é muito antigo, sendo encontradas pinturas no Egito que mostram que os habitantes daquela região já conheciam a técnica no período de 1000 a 1500 AC. Na Europa central desde épocas remotas, essa técnica já era utilizada no aproveitamento dos volumosos para a utilização nos períodos de escassez. Os primeiros ensaios técnicos foram conduzidos na França e Alemanha no século XIX, quando foi possível armazenar, com sucesso, milho em fossos cavados no solo e difundir a ensilagem por toda Europa e América (Faria, 1986). O grande interesse dos produtores no emprego da ensilagem se deve às variações climáticas que ocorrem durante o ano, que promovem a desuniformidade de distribuição das plantas forrageiras utilizadas como pastagem. Dessa forma, a conservação de alimentos para a utilização durante os períodos críticos do ano, tornou-se prática rotineira entre os criadores de bovinos de todo o mundo. Os princípios de conservação dos alimentos na ensilagem consistem no controle das atividades microbianas através da acidificação do meio com subprodutos da fermentação microbiana, principalmente o ácido láctico (Mc Donald, 1981).

No Brasil, existe um grande número de propriedades que utilizam a ensilagem como técnica de produção de alimentos conservados, porém, alguns quesitos básicos devem ser observados para a obtenção de uma silagem de qualidade satisfatória.

2.1.1 Princípios Básicos da Ensilagem

Para a obtenção de uma silagem de qualidade é necessário que o meio seja acidificado o mais rápido possível e, para que isso ocorra, é essencial que seja liberado por parte dos microrganismos, ácidos orgânicos com elevado potencial de acidificação, como é o caso do ácido láctico. Para isso, o ambiente necessita fornecer condições para a seleção dos microrganismos (*Lactobacilos*) mais eficientes à produção desses ácidos orgânicos.

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

A inibição dessas bactérias normalmente se dá pelo aumento da concentração hidrogeniônica do meio, devido ao aumento da concentração de ácido láctico, produzido pelas bactérias lácticas. Porém, é difícil o estabelecimento de um limiar de pH para a ocorrência de inibição, uma vez que o mesmo não ocorre somente em função do pH, mas também em função do teor de umidade do

material a ser conservado. Quanto mais úmido o material ensilado, menor é o pH necessário para que a inibição ocorra (McDonald, 1981).

Wieringa (1960), demonstrou que os clostrídeos são mais inibidos pela carência de umidade do que pela acidez propriamente dita, podendo tolerar altos níveis de ácidos e hidrogênio quando em meio úmido, e que sua resistência é diretamente proporcional ao teor de umidade.

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

2.2 Silagem de Milho

O milho vem sendo tradicionalmente utilizado como uma opção interessante na forma de silagem para a alimentação animal, devido à sua potencialidade de boas produções com alto valor nutritivo. Porém, é comum observar-se distorções no processo de produção de silagem de milho, que normalmente estão associados à falta de conhecimento das técnicas envolvidas no processo de produção, o que resulta em silagens de milho de baixo valor alimentício (Nussio, 1991).

Quando a silagem de milho é feita seguindo as orientações técnicas, esta apresenta várias características favoráveis à sua produção, principalmente no que diz respeito à sua qualidade nutricional, que geralmente é função da elevada

porcentagem de grãos na matéria seca do material ensilado (Nussio, 1999) e qualidade de colmos e folhas (Harrison et al., 1996a). Essa elevada qualidade nutricional permite que animais alimentados com silagem de milho apresentem desempenho satisfatório.

Associado ao elevado valor nutricional, a planta de milho também apresenta características desejáveis à produção de silagem, uma vez que o material é cortado quando a planta apresenta aproximadamente 30% de matéria seca (Faria, 1986), o nível de carboidratos solúveis na planta no momento do corte é superior à 3% da matéria original, permitindo adequado fornecimento de substrato para a acidificação do meio (Gutierrez e Faria, 1979). Além disso, existe no mercado, disponibilidade de máquinas adequadas e eficientes para a colheita dessas plantas.

2.3 Silagem de Capim Elefante

O capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) foi introduzido no Brasil, à partir de estacas procedentes de Cuba (Granato, 1924). Sua disseminação ocorreu de forma rápida, em função do seu elevado potencial produtivo de matéria seca e da sua utilização em diversos sistemas e formas de exploração (Carvalho, 1985). Dentre as utilizações do capim elefante, a produção de silagem vem despertando grande interesse entre os produtores e os pesquisadores.

A recomendação atual de utilização do capim elefante para a produção de silagem é que este seja cortado com aproximadamente 60 dias de crescimento,

pois nesse ponto é possível associar uma elevada produção de matéria seca, com uma qualidade nutricional adequada. Porém, nessa fase o teor de matéria seca do capim elefante se encontra inferior à 20% (Faria, 1971 e Silveira, 1976), e o excesso de umidade é o fator mais limitante à obtenção de silagens de boa qualidade. Segundo Mc Cullough (1977), a fermentação ideal no silo é esperada quando a forragem a ser ensilada apresente entre 28 e 34% de matéria seca, associada ao teor de carboidratos solúveis entre 6 e 8% da matéria seca. Essas condições seriam suficientes para proporcionar fermentações lácticas adequadas desde que o poder tampão não fosse elevado.

Associado à elevada umidade, o capim elefante apresenta ainda uma baixa disponibilidade de carboidratos solúveis por ocasião do corte (Gutierrez e Faria, 1979), o que reduz a disponibilidade de substratos para os organismos produtores de ácido láctico, limitando a produção de ácidos orgânicos, que não são capazes de neutralizar a atividade de água do material. Dessa forma, para amenizar os efeitos negativos da utilização do capim elefante para a produção de silagem, é aconselhável a adoção de técnicas capazes de melhorar as condições de fermentação no silo, como por exemplo o uso de aditivos capazes de melhorar o padrão de fermentação dentro do silo, reduzir a atividade dos microrganismos decompositores, com consequente melhoria da qualidade da silagem produzida.

2.3.1 Aditivos para a Silagem de Capim Elefante

Aditivos são definidos como qualquer material adicionado à forragem no momento da ensilagem, com a finalidade de estimular a fermentação láctica ou inibir a ação de microrganismos indesejáveis, inibir a deterioração aeróbia, melhorar a qualidade nutricional e/ou reduzir a umidade dos materiais ensilados (McDonald, 1981).

Como as gramíneas tropicais apresentam elevado teor de umidade e baixo teor de carboidratos solúveis, esses fatores associados prejudicam drasticamente o processo fermentativo. O uso de aditivos na ensilagem desses materiais começou a ser estudado com a finalidade de melhorar as características fermentativas das silagens de gramíneas tropicais, seja através do suprimento de substrato para a fermentação (melaço), aumento da população de bactérias produtoras de ácido láctico (aditivos biológicos), inibição de processos fermentativos (ácido fórmico), ou através da diminuição da umidade (adição de materiais de elevado teor de matéria seca).

2.3.2 Técnicas para Aumentar o Teor de Matéria Seca das Silagens de Capim

Diversas técnicas e aditivos tem sido estudados na confecção de silagens de capim elefante, tendo como finalidade aumentar e/ou melhorar a qualidade da silagem e/ou de sua fermentação.

Uma das alternativas estudadas foi o emurchecimento do material a ser ensilado. Lavezzo (1993), Machado Filho e Mühlbach (1986) e Silveira (1973), concluíram que o emurchecimento aumentava o teor de matéria seca, porém, esse valor não atingia níveis adequados, Sobrinho (1998), concluiu que o emurchecimento só é eficiente para elevar o teor de matéria seca, quando o material apresenta umidade superior a 78,8%, e que apesar do aumento no consumo voluntário promovido pelo emurchecimento, os coeficientes de digestibilidade, porcentagem de NDT e ingestão de NDT, não foram afetados pelo processo. Além disso, a exposição ao sol por períodos prolongados poderiam elevar o teor de matéria seca, mas é de se supor que o valor nutritivo da silagem também seja reduzido, devido a maior decomposição aeróbia por fungos e leveduras. Existem ainda outros fatores que podem ser lembrados quanto à adoção dessa técnica, como a dependência das condições climáticas, maior custo de produção da silagem, maior dependência de maquinário e mão de obra, fazendo com que a sua prática não seja uma técnica muito frequente.

Outra alternativa para diminuir a umidade do capim elefante seria a utilização de materiais com elevado teor de matéria seca. Corsi et al. (1971), Carvalho (1984, 1985), Lavezzo e Campos (1977, 1978), avaliando o efeito da adição de materiais com elevado teor de matéria seca, tais como fubá de milho, feno, palha de arroz, palhadas, sabugo de milho, bagaço de cana, cama de frango, parte aérea da mandioca e outros alimentos, verificaram que todos tratamentos promoveram aumento da matéria seca, alterações no padrão de fermentação no interior do silo e inibiram o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido butírico. Porém, quando foram utilizados alimentos de baixo

valor nutritivo na aditivação do capim elefante, a silagem produzida apresentou valor nutritivo reduzido (Lavezzo, 1993).

O processo de aditivação com materiais de baixa umidade, promove um aumento no teor de matéria seca, reduzindo a necessidade de produção de ácidos orgânicos. Ainda auxilia na redução da atividade da água contida no alimento, reduz a exigência de carboidratos solúveis, garantindo assim um bom processo fermentativo, inibe o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis e garante a silagem de gramíneas tropicais um valor nutricional adequado e baixo custo de produção.

São características interessantes ao ingrediente utilizado para aditivar o capim elefante que apresente além do alto teor de matéria seca, alta capacidade de absorver água, alto valor nutritivo, boa palatabilidade, elevado teor de carboidratos solúveis, fácil manipulação, boa disponibilidade no mercado e baixo custo de aquisição.

2.3.3 Uso da Polpa de Citros como Aditivo na Ensilagem do Capim Elefante

A polpa de citros seca e peletizada é um subproduto da fabricação do suco de laranja, sendo composta de casca, bagaço e semente de laranja, que são submetidos à duas prensagens, que reduzem a umidade a 65-75% e posterior secagem até 90% de matéria seca para então ser peletizada e comercializada. Para facilitar o desprendimento de água e reduzir a natureza hidrofílica da pectina

(principal carboidrato presente neste alimento) é feita a adição de hidróxido ou óxido de cálcio antes das prensagens (Wing, 1982).

O uso de subprodutos cítricos na alimentação de ruminantes teve início em 1911 nos Estados Unidos, porém somente à partir de 1934 o processo de secagem foi desenvolvido, principalmente, em virtude do interesse das esmagadoras de laranja (Gohl, 1973; Wing, 1982).

Dentre os aditivos utilizados na confecção de silagem de capim elefante, podemos destacar o uso da polpa de citros seca peletizada, pois essa atende vários dos requisitos necessários à melhoria das características fermentativas do material ensilado (Peres 1997). Entre as vantagens do uso da polpa de citros como aditivo, podemos destacar: Elevado teor de matéria seca ao redor de 89-90% (N R.C., 1989); Capacidade de absorver água de até 145% do seu peso (WING, 1982); Valor nutritivo correspondente a 90-95% do valor energético do milho (N.R.C., 1989); Alta palatabilidade (HARRIS, 1975 e GOHL, 1971); Carboidratos solúveis ao redor de 26% (FARIA et al. 1972); Alta disponibilidade, sendo o Brasil o maior produtor mundial, com a safra 98-99 estimada em 1 milhão de toneladas (Rocha Filho, 1998); Por se tratar de um material seco e peletizado, a sua manipulação é facilitada; Reduzido custo de aquisição, devido à quedas na cotação internacional do produto (Carvalho, 1995).

Apesar da ampla utilização da polpa de citros na alimentação de ruminantes, pouca informação existe sobre a sua utilização como aditivo de silagens. FARIA et al. (1972), utilizando polpa de citros seca e fresca com níveis de 0, 5, 10, 15 e 20% e 20, 30, 40 e 50%, respectivamente, concluiu que teores

adequados de matéria seca foram atingidos somente com a inclusão de 15 e 20% de polpa seca ao capim (27,94 e 32,41% de matéria seca, respectivamente).

Peres (1997), trabalhando com níveis de inclusão de 0, 5, 10 e 15% de polpa cítrica seca e peletizada na silagem de capim elefante, concluiu que a adição de polpa cítrica, nos níveis de 10 e 15%, elevou o nível de matéria seca da silagem para níveis adequados, proporcionou adequada fermentação microbiana no silo e maior recuperação de matéria seca. A silagem com inclusão de 15% de polpa de citros foi o único material que não apresentou perdas por efluente. Além disso, no mesmo trabalho o autor verificou que o consumo voluntário e a digestibilidade dos nutrientes, em ovinos, foram aumentados de acordo com o nível de inclusão de polpa de citros.

2.4 Grãos de Cereais na Alimentação de Ruminantes

Os cereais são os maiores componentes energéticos das dietas utilizadas para produção intensiva de bovinos, sendo o amido o principal componente dos grãos de cereais, podendo esse representar de 60 a 80% da sua composição (Guilbot e Mercier, 1985), concentrando-se principalmente no endosperma dos grãos de cereais (Kotarski et al., 1992).

O amido e os açúcares são considerados as principais fontes de reserva energética da maioria dos vegetais, sendo o amido constituído basicamente por dois polissacarídeos principais: amilose e amilopectina. O conteúdo de amido e a proporção entre os seus principais componentes variam de acordo com a espécie

vegetal e dentro da espécie varia de acordo com o grau de maturidade (Kotarski et al., 1992; Rooney e Pflugfelder, 1986; Van Soest, 1994).

A amilose é um polissacarídeo linear, com unidades de D-glicose unidas através de ligações glicosídicas do tipo α -1,4 que lhe confere uma estrutura helicoidal. A amilopectina é um polissacarídeo ramificado com cadeia linear de unidades de D-glicose unidas através de ligações glicosídicas do tipo α -1,4, que apresenta pontos de ramificação com ligações do tipo α -1,6, com intervalos de 20 a 25 moléculas de glicose, e essa distribuição lhe confere estrutura esférica. Ambas as formas se encontram unidas por pontes de hidrogênio que conferem aos grânulos de amido regiões de forma bem organizadas (cristalinas), que são resistentes à infiltração de água, e regiões não organizadas (amorfas), onde a água se infiltra facilmente (Kotarski et al., 1992; Rooney e Pflugfelder, 1986).

O tipo e a organização dos polímeros formadores do amido são capazes de influenciar o processo de digestão do amido pelos animais. O ataque de amilases durante a digestão do amido é iniciada na região amorfa, enquanto que a hidrólise da região cristalina ocorre mais vagarosamente. Já a explicação para a menor digestibilidade da amilose pode estar relacionada com a maior presença de pontes de hidrogênio, o que limitaria a absorção de água pela molécula e consequentemente a hidrólise enzimática. Outra teoria que explica a menor digestibilidade da amilose está no fato de que a mesma se localiza principalmente na região amorfa onde se apresenta complexada com lipídeos (Rooney e Pflugfelder, 1986).

Outro fator que afeta a utilização do amido pelos animais é a presença da matriz protéica ao redor dos grânulos de amido, que dificulta a ação das enzimas digestivas (Kotarski et al., 1992), sendo o efeito negativo da matriz protéica mais pronunciado nos grãos de milho e sorgo do que nos demais cereais (Sniffen, 1980). Além da presença da matriz protéica, a natureza destas também afetam a digestibilidade do amido (Simas, 1997). Dessa forma, a concentração, localização, e o tipo de amido presente nos grãos dos cereais podem afetar significativamente o desempenho animal.

2.5 Milho

Historicamente o milho sempre representou a principal cultura da agricultura brasileira, não somente no aspecto quantitativo, como também no que diz respeito à sua importância estratégica, por ser a base da alimentação animal e, conseqüentemente, humana (Coelho, 1997).

O milho é altamente palatável e pode suprir toda a energia de uma ração. Normalmente constitui no mínimo 50% das misturas de concentrados. Apesar da elevada concentração de energia, apresenta níveis de proteína reduzido, o que justifica a suplementação com fontes protéicas, além de minerais e vitaminas (Bose, 1986).

Variedades de milho cerosas apresentam menores teores de amilose, o que lhe proporciona maior degradabilidade que o milho comum (Guibot e Mercier, 1985). Além das variedades cerosas, ainda existem pesquisas visando o

desenvolvimento de variedades modificadas, como por exemplo, as variedades ricas em proteína, variedades ricas em óleo e outras, porém, a baixa produção e a baixa estabilidade no campo durante o desenvolvimento da cultura, vem limitando o seu uso (Bose, 1986). As variedades de milho duro (flint), apresentam menor degradabilidade do que as variedades de milho mole (dent), porém, as variedades de milho duro apresentam melhor capacidade de conservação, o que faz com que essas ainda sejam as mais frequentemente cultivadas (Bose, 1986).

Bose 1986, em revisão à utilização do grão de milho na alimentação de ruminantes, chegou à seguinte composição média: Amido, 70%; Proteína Bruta, 9,0%; Fibra Bruta, 2,1%; Gordura, 3,5 a 4,0%; Cálcio, 0,023%; Fósforo, 0,0,27%; Nutrientes Digestíveis Totais, 81%; Energia Metabolizável, 3,8 Kcal/ Kg de MS.

Dentre as fontes de amido mais comumente utilizadas, o milho ocupou posição de destaque, não só pelo seu comprovado valor nutritivo, mas também pela tradição na cultura. Entretanto, apesar de muito cultivado e produtivo, o seu uso na alimentação humana e dos animais monogástricos torna importante a busca de novas alternativas eficientes e de menor custo para o arraçoamento de ruminantes (Moron, 1994).

2.6 Milheto

A denominação milheto é utilizada em vários países para designar plantas que produzem sementes de pequeno tamanho, como por exemplo, penicilária, pasto italiano, capim charuto, pearl millet, cattail, bulrush, bajra, cumbo e saija.

Existem assim, muitas espécies e variedades denominadas de milheto, sendo as principais *Pennisetum typhoides*, *Panicum miliacenum*, *Setaria italica*, *Echinochloa cruzgallii*, *Eleusine caracana* e *Paspalum scorbiculatum* (Lima, 1982). Há controvérsias em relação à denominação científica da espécie, que segundo o mesmo autor, é designado de *Pennisetum typhoides* (Burn) Staff et Hulb ou *Pennisetum americanum* (L.) Leeke, porém nesse trabalho será adotada a segunda denominação.

O milheto (*Pennesetum americanum* (L.) Leeke) é segundo Lira (1977), uma forrageira anual de verão de alto valor nutritivo, que pode ser utilizada tanto para a produção de forragem como para a produção de grãos. Sendo consumido como cereal e utilizado como substrato para a produção de bebidas alcóolicas desde tempos pré-históricos, na Ásia, África e Europa. Segundo Rachie (1975), estudos mostram que os milhetos foram os primeiros grãos cultivados pela raça humana.

Em função das suas características fisiológicas, o milheto se adapta à solos ácidos e de baixa fertilidade, os quais são bastante limitantes para outras culturas. Essas características fazem com que algumas variedades de milheto se tornem importantes opções de grãos em muitas regiões semi-áridas do mundo, como Índia e continente Africano, ocupando cerca de 26 milhões de hectares com a cultura nessas regiões (Singh et al., 1987).

Outra adaptação fisiológica do milheto é a sua resistência ao calor e baixo requerimento de água, durante o ciclo. Segundo Burton (1972), a temperatura ideal para o milheto é de 28°C durante o dia e 20°C durante a noite. Altas

temperaturas são requeridas para um crescimento rápido, principalmente nos estádios mais avançados de desenvolvimento. A cultura também se desenvolve no inverno desde que a temperatura não se situe abaixo de 16°C (Paulino, 1981).

Os cultivares de maturação precoce crescem na África Oriental para a produção de grãos sob uma precipitação anual de 250 - 300 mm, enquanto que na mesma área o sorgo granífero requer, no mínimo, 350 mm de precipitação (Paulino, 1981). Segundo Duarte (1980), a semente de milheto é capaz de germinar com menos umidade que outras espécies. Além disso, o milheto é uma das plantas mais eficientes na utilização de água (Lima, 1982), conforme observado na tabela 1.

Tabela 1. Exigências hídricas de várias culturas em Akson, Colorado, EUA.

Espécie – cultura	gramas de água/gramas de M.S.
<i>Panicum miliaceum</i> (milheto)	282
<i>Pennisetum americanum</i> (milheto)	302
<i>Sorghum bicolor</i> (sorgo)	321
<i>Zea mays</i> (milho)	370
<i>Triticum sp.</i> (trigo)	590

Fonte. Lima (1982)

O milheto não é resistente à seca caso essa ocorra na fase reprodutiva e formação de grãos. A ocorrência de “stress” hídrico nessa fase pode causar a morte ou redução nos níveis de produção.

Por apresentar elevado teor de proteína quando comparado com outros grãos como milho, sorgo e trigo, o milheto tem sido utilizado na alimentação humana, sob a forma de farinha, para a confecção de pães e derivados (Burton et al., 1972).

Andrews e Kumar (1992), em revisão sobre as características do grão, observaram que não é descrita a presença de taninos, porém, a presença de fenóis no grão foi detectada. O grão de milheto apresenta 75% de endosperma, 17% de gérmen e 8% de casca, sendo a proporção do gérmen no grão o dobro da observada no grão de sorgo, o que contribui para melhorar o seu valor nutritivo.

No Brasil não existem estatísticas corretas sobre a área plantada com milheto, sendo que a cultura começa a se destacar nas regiões agrícolas, principalmente em sistema de plantio direto, para utilização como cultura acompanhante, em geral associada ao cultivo da soja, impedindo dessa forma que o solo permaneça desprotegido durante o período. Essa característica faz com que em algumas épocas do ano ocorra grande disponibilidade de grãos para comercialização, com preços relativamente baixos, devido ao baixo custo de produção.

As pesquisas relacionadas ao valor nutritivo do grão de milheto para a formulação de rações ainda são muito escassas, porém, algumas referências na literatura nacional e internacional permitem ter uma noção da sua composição químico-bromatológica. Nas tabelas 2, 3, 4 e 5 são apresentados os valores da composição bromatológica, vitamínica e mineral dos grãos de milheto de acordo com diferentes fontes, respectivamente.

Tabela 2. Composição proximal do milho grão (com base na matéria original)

% da matéria original	Fontes			
	Ensminger e Olentine (1978)	AEC (1987)	NRC aves (1994)	Feedstuffs (1995)
Matéria seca	90,0	87,0	90,0	90,0
Extrato etéreo	4,0	4,0	4,3	3,6
Fibra bruta	6,8	8,0	3,0	6,5
Extrato não nitrogenado	64,1	60,5	-	-
Cinzas	3,0	3,5	-	3,2
Proteína bruta	12,1	11,0	14,0	11,5
Proteína digestível rum ¹	6,8	-	-	7,0
Proteína digestível eq ²	8,6	-	-	-
Ácido linoléico	-	-	0,8	-

¹ Ruminantes² Equinos**Tabela 3.** Composição de quatro vitaminas no grão de milho (com base na matéria original).

Mg/ Kg na matéria original	Fontes		
	AEC (1987)	NRC aves (1994)	Feedstuffs (1995)
Colina	790	793	789
Niacina	53,0	53,0	52,6
Ácido pantotênico	7,8	7,8	7,4
Riboflavina	1,6	1,6	1,6

Tabela 4. Composição mineral do grão de milho (com base na matéria original)

	Fontes			
	Ensminger e Olentine (1978)	AEC (1987)	NRC aves (1994)	Feedstuffs (1995)
% da matéria original				
Cálcio	0,05	0,04	0,05	0,05
Fósforo total	0,28	0,30	0,32	0,30
Fósforo disponível	-	0,08	0,12	-
Potássio	-	0,43	0,43	0,43
Cloro	-	0,03	0,14	-
Sódio	-	0,04	0,04	0,14
Enxofre	0,13	0,13	0,13	0,13
ppm na matéria original				
Ferro	-	40,00	25,00	40,00
Magnésio	-	0,16	0,16	0,16
Cobre	-	22,00	22,00	21,60
Cobalto	-	0,20	-	-
Selênio	-	0,70	-	-
Manganês	-	30,00	31,00	29,00
Zinco	-	13,00	13,00	13,90

O conhecimento detalhado da utilização do milho como fonte de energia em dietas de ruminantes pode viabilizar a sua adoção como fonte de amido em sistemas intensivos. Atualmente existem poucos dados que forneçam com elevada precisão, os níveis energéticos do amido do grão de milho, bem como

os seus padrões de fermentação ruminal. Na tabela 5 encontram-se alguns valores de concentração energética do grão de milho, para algumas espécies, de acordo com diferentes fontes.

Tabela 5. Composição energética do grão de milho (com base na matéria original).

	Fontes			
	Ensminger e Olentine (1978)	AEC (1987)	NRC aves (1994)	Feedstuffs (1995)
% da matéria original				
NDT ruminantes	59,00	70,00	-	69,00
NDT suínos	78,00	-	-	70,00
Mcal/ Kg de matéria original				
ED ¹ ruminantes	2,59	-	-	-
ED suínos	3,28	2,87	-	-
EM ² ruminantes	1,22	-	-	-
EM suínos	2,70	2,79	-	2,88
EMa ³ corrigida Aves	3,02	2,97	2,67	3,24
EMv ⁴ corrigida Aves	-	-	3,37	-
Elm ⁵ ruminantes	1,30	-	-	-
Elg ⁶ ruminantes	0,74	0,83	-	-
ElI ⁷ ruminantes	1,33	0,87	-	-

¹ Energia Digerível; ² Energia Metabólica; ³ Energia Metabólica aparente; ⁴ Energia Metabólica verdadeira; ⁵ Energia Líquida de manutenção; ⁶ Energia Líquida de ganho; ⁷ Energia Líquida da lactação.

2.7 Efeitos da substituição do grão de milho pelo grão de milho

Utilizando grãos de milho mais panícula em níveis crescentes de substituição ao milho desintegrado com palha e sabugo, na dieta de cabras

leiteiras, França et al. (1992) não constatou diferença significativa na produção de leite de cabras delineadas em quadrado latino, em quatro períodos de 28 dias.

Hill e Hanna (1990), estudando dietas a base de milho, sorgo e milheto para gado de corte, encontraram um menor valor de pH e uma menor relação acetato:propionato para a ração com grãos de milheto em relação às dietas com milho e sorgo, indicando a fermentação ruminal mais rápida do grão de milheto, classificando o milheto como uma importante alternativa para compor o principal grão em rações para confinamento, tabela 6.

Tabela 6. Composição químico-bromatológica do milho, sorgo e milheto.

Composição química (% MS)	Milho	Sorgo	Milheto
Matéria seca	87,30	86,50	85,60
Extrato etéreo	4,60	3,50	5,10
Fibra bruta	2,20	2,20	1,80
Proteína bruta	10,70	12,70	14,30
Extrato não nitrogenado	81,20	80,00	75,70
FDN	18,60	10,60	17,00
FDA	5,10	5,80	5,00
Energia bruta (Kcal/ g MS)	4,49	4,51	4,61

Fonte. Hill e Hanna (1990)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Animais e instalações experimentais

Foram utilizados seis garrotes nelore, com peso médio inicial em torno de 250 Kg, delineados em um quadrado latino 6 X 6. O experimento foi conduzido nas instalações experimentais de bovinos do Departamento de Produção Animal da ESALQ-USP, durante o período de Maio a Setembro de 1999. Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, do tipo "tie stall", providas de bebedouros automáticos e cocho para a alimentação.

Os animais entraram no experimento após período de adaptação prévio as instalações e as cirurgias de colocação das cânulas no rúmen e duodeno proximal.

3.2 Tratamentos

Os tratamentos foram arranados em um fatorial de tratamento do tipo 2 x 3, da seguinte forma:

- Silagem de milho, com substituição do amido do grão de milho, pelo amido do grão do milheto nas proporções de 100:0; 50:50; 0:100, na matéria seca do concentrado, respectivamente.

- Silagem de capim elefante aditivada com 13% de polpa cítrica seca e peletizada, com substituição do amido do grão de milho, pelo amido do grão de milheto nas proporções de 100:0; 50:50; 0:100, na matéria seca do concentrado, respectivamente.

A proporção dos ingredientes da dieta, bem como a sua composição bromatológica, são demonstradas nas tabelas 7 e 8.

Tabela 7. Proporção dos ingredientes na dieta.

Ingredientes	Dietas					
	Silagem de milho			Silagem capim elefante ¹		
	milho ²	m x m ³	milheto ⁴	milho	m x m	milheto
Silagem de milho	40,00	40,00	40,00	-	-	-
Silagem de capim elefante	-	-	-	40,00	40,00	40,00
Milho moído	35,50	19,08	-	35,50	19,08	-
Milheto grão moído	-	19,08	41,23	-	19,08	41,23
Farelo de soja	7,00	4,34	1,27	7,00	4,34	1,27
Caroço de algodão	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Uréia	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Minerais e vitaminas	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

¹Silagem de capim elefante aditivada com 13% de polpa de citros seca e peletizada; ²Concentrado contendo 100% de milho grão moído; ³Concentrado contendo 50% de milho e 50% de milheto;

⁴Concentrado contendo 100% de milheto grão moído.

Tabela 8. Composição aproximada das dietas.

Composição (% da MS)	Dietas					
	Silagem de milho			Silagem de capim elefante ¹		
	milho ²	m x m ³	milheto ⁴	milho	m x m	milheto
Proteína Bruta	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Elg ⁵ (Mcal / kg MS)	1,28	1,22	1,15	1,20	1,14	1,06
Fibra Detergente Neutro	29,79	31,47	33,40	28,55	30,22	32,16
Fibra Detergente Ácido	18,06	18,16	18,28	21,41	21,51	21,63
Gordura	5,83	5,91	5,99	5,43	5,51	5,59
Amido no concentrado	26,30	26,20	26,10	26,30	26,20	26,10

¹Silagem de capim elefante aditivada com 13% de polpa de citros seca e peletizada; ²Concentrado contendo 100% de milho grão moído; ³Concentrado contendo 50% de milho e 50% de milheto; ⁴Concentrado contendo 100% de milheto grão moído; ⁵Energia líquida de ganho.

Os concentrados foram misturados previamente em um misturador horizontal (marca Lucato, com capacidade de 500 Kg). Na hora do fornecimento das dietas os volumosos e os concentrados nas suas respectivas proporções, foram pesados e homogeneizados para cada animal individualmente e fornecida a ração completa duas vezes ao dia (6:30 e 18:30 horas), "ad libitum, permitindo sobras ao redor de 10%, que foram registradas diariamente.

3.3 Período experimental

O período experimental teve duração de 120 dias, sendo os primeiros trinta dias destinados ao processo de adaptação dos animais as instalações e a cirurgia,

e o restante do período foi subdividido em seis sub-períodos de 15 dias, sendo destinado os onze primeiros dias dos sub-períodos para a adaptação dos animais as novas dietas e os quatro últimos dias para as coletas.

3.3.1 Coletas de dados referentes ao consumo de matéria seca

Os dados de consumo de matéria seca foram obtidos através da diferença entre a quantidade de matéria seca fornecida e a verificada nas sobras. Para isso as amostras das dietas fornecidas e das sobras do décimo primeiro ao décimo quinto dia foram amostradas uma vez por dia e compostas por animal por período.

Após as coletas as amostras eram congeladas -10°C , visando a sua conservação, para posterior secagem em estufa com ventilação forçada (55°C), por 72 horas, para a determinação da matéria seca de acordo com A. O. A. C. (1990).

3.3.2 Coleta de amostras para a determinação da digestibilidade aparente no trato digestivo total

As digestibilidades dos nutrientes foram determinadas através da diferença entre a quantidade de nutrientes presentes no material consumido pelos animais e a quantidade desses mesmos nutrientes nas fezes. Par isso foram coletadas durante os quatro últimos dias de cada sub-período amostras do oferecido e

sobras, com intervalos de doze horas, sendo essas compostas por animal e por período. Além disso efetuou-se a pesagem do total de fezes excretadas pelos animais nos cinco últimos dias de cada sub-período, sendo essas amostradas e compostas por animal por dia, para a determinação da quantidade de matéria seca em Kg excretadas nas fezes.

As amostras de oferecido, sobras e fezes, foram conservadas congeladas -10°C , para posterior determinação de, matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio (N), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina, extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), e amido. A digestibilidade dos nutrientes foram calculadas da seguinte maneira:

Digestibilidade do nutriente (%)

$$= \frac{(\text{Kg do nutriente consumido} - \text{Kg do nutriente nas fezes}) \times 100}{\text{Kg do nutriente consumido}}$$

Kg do nutriente consumido

3.3.3 Coleta de amostras para determinação da digestibilidade aparente no rúmen e intestinos

Inicialmente a digestibilidade aparente no rúmen e intestinos seria determinada através da utilização do óxido de cromo (Cr_2O_3), como marcador externo de indigestibilidade, sendo esse fornecido no rúmen duas vezes por dia (5,0 g/dose a cada 12 horas), via cânula ruminal, 10 dias antes do término das coletas de cada período.

As amostras do conteúdo duodenal (n=24), foram coletadas a cada 4 horas, com tempo inicial avançado de 1h, em cada dia de cada período. Após as coletas as amostras eram compostas por animal e por período, congeladas -10°C , visando a sua conservação, para posterior secagem em estufa com ventilação forçada (55°C), por 72 horas e moídas em moinhos do tipo Wiley providos de peneiras de 1mm, para a determinação de N, EE, FDN, FDA, lignina, MO, amido e Cromo.

A digestibilidade no rúmen e nos intestinos seria calculada através da concentração dos nutrientes e do marcador externo de indigestibilidade no alimento consumido e no conteúdo duodenal. Porém é interessante ressaltar que as determinações de Cromo no conteúdo duodenal não apresentaram resultados satisfatórios, provavelmente devido a absorção de cromo pelo trato digestivo, o que reduziu a sua recuperação e impediu a determinação da digestibilidade aparente do rúmen e dos intestinos.

3.3.4 Análises bromatológica das dietas, sobras e fezes

A metodologia utilizada para a preparação das amostras para as análises laboratoriais das dietas oferecidas e sobras já foram descritas anteriormente, dessa forma será dada ênfase apenas para o procedimento de coleta e preparação das amostras de fezes.

As amostras de fezes foram coletadas a cada 8h, com tempo inicial avançado em duas horas por dia de cada período do décimo primeiro ao décimo

quinto dia de cada período coleta. Após as coletas as amostras eram compostas por animal e por período, congeladas -10°C , visando a sua conservação, para posterior secagem em estufa com ventilação forçada (55°C), por 72 horas e moídas em moinhos do tipo Wiley providos de peneiras de 1mm.

As amostras de oferecido, sobras e fezes, foram analisadas para a determinação da MS, MO, N e EE, de acordo com o A. O. A. C. (1990); FDN e FDA, de acordo com o método de Van Soest et al. (1991); lignina, de acordo com Goering e Van Soest (1970) e amido de acordo com Poore (1981).

3.3.5 Coleta de conteúdo ruminal para determinação do pH, ácidos graxos voláteis (AGV) e amônia

As amostras de conteúdo ruminal, foram coletadas no décimo primeiro e décimo segundo dia de cada sub-período, com intervalos de quatro horas, adiantando duas horas/ dia. Os tempos de coletas foram representados pelos tempos zero, antes do fornecimento das dietas pela manhã, e 2, 4, 6, 8 e 10 horas após o fornecimento das dietas.

As amostras de conteúdo ruminal foram coletadas de quatro pontos distintos do rúmen, após prévia homogeneização do conteúdo no interior do rúmen, filtradas em quatro camadas de tecido de algodão (pano de frauda), obtendo-se dessa forma, aproximadamente 200 ml de fluido ruminal filtrado, na qual era determinado o pH das amostras imediatamente. Esses valores foram determinados através de leitura direta em potenciômetro digital (Digimed TE-902).

Após a determinação do pH foram retiradas duas alíquotas de 30ml do fluido ruminal, foram acrescentados 1,5 ml de solução 6 N de ácido clorídrico, que foram conservadas congeladas a -10°C , para posterior determinação de NH_3 , e AGV. Após o descongelamento as amostras foram centrifugadas a 11.000 g a 4°C , durante 20 minutos, sendo uma fração do sobrenadante utilizada para a determinação de N-NH_3 , de acordo com o método calorimétrico descrito por Chaney e Marbach (1962) e adaptado para ser usado em placas de microtítulo e posterior leitura em aparelho do tipo Elisa Reader com absorvância de 550 nanômetros, que apresenta resultados em mg/ dl.

O restante do sobrenadante foi utilizado para a determinação de AGV's de acordo com Palmquist e Conrad (1971b), utilizando cromatógrafo líquido gasoso, CLG (Hewlett Packard 5890, Series II), equipado com HP Integrador (Hewlett Packard Company, Avondale, PA). O padrão interno foi ácido 2- etilbutírico e o nitrogênio foi o gás de arraste. A temperatura do injetor, detector e coluna, foram 150, 190 e 115°C , respectivamente.

3.4 Análise estatística

O experimento foi conduzido segundo o arranjo fatorial 2x3 (dois volumosos x três concentrados), no delineamento Quadrado Latino 6x6 (seis animais x seis períodos), adotando-se para análise estatística o procedimento GLM do programa estatístico SAS (1991). O quadro da análise de variância é mostrado na tabela 9.

Tabela 9. Quadro esquemático de análise de variância para o ensaio de consumo e digestibilidade.

Causa de variação	Graus de liberdade
Animal	5
Período	5
Volumoso	1
Concentrado	2
Resíduo	22
Total	35

As variáveis pH, AGV's e N-NH₃ foram analisadas estatisticamente como parcelas subdivididas no tempo. Os efeitos de Tratamento, animal e período, foram testados com relação às parcelas. A interação horário de coleta x tratamentos, foi testada com relação às subparcelas. O quadro de análise de variância é mostrado na tabela 10.

As diferenças entre os tratamentos, para as diversas variáveis avaliadas, foram verificadas pelo teste Tukey, considerando 5% ($P < 0,05$) como nível de significância e até 10% como tendência ($P < 0,10$).

Tabela 10. Quadro esquemático de análise de variância para pH, AGV's e N-NH₃.

Causa de variação	Graus de liberdade
Animal	5
Período	5
Volumoso	1
Concentrado	2
Resíduo A	22
Parcelas	35
Horário	11
Volumoso	11
Concentrado	11
Resíduo B	399
subparcelas	432

4 RESULTADO E DISCUSSÕES

4.1 Composição das dietas

Os valores da composição bromatológica das dietas encontram-se na tabela 11.

Tabela 11. Composição bromatológica das dietas.

(% da MS)	Silagem de milho			Silagem de capim elefante ¹		
	Milho ²	M x M ³	Milheto ⁴	Milho	M x M	Milheto
MO	94,52	94,35	94,57	91,94	91,88	92,10
PB	16,95	16,50	16,00	17,00	16,66	16,00
Amido	32,51	30,54	34,49	25,76	25,85	27,38
EE	5,10	5,64	5,30	5,00	5,51	5,15
FDN	30,13	30,35	30,29	32,81	33,16	33,00
FDA	16,37	16,68	16,42	20,11	20,48	20,13

¹Silagem de capim elefante mais 13% de polpa de citros seca e peletizada; ²Concentrado contendo milho; ³Concentrado contendo milho e milheto; ⁴Concentrado contendo milheto.

MO: Matéria Orgânica; PB: Proteína Bruta; EE: Extrato Etéreo; FDN: Fibra Detergente Neutro

FDA: Fibra Detergente Ácido.

As dietas apresentaram níveis de Proteína Bruta (PB) semelhantes, caracterizando-as como isoprotéicas. Os tratamentos onde os níveis de milheto foram maiores, apresentaram menores teores de Proteína Bruta, pois a

concentração desse nutriente no grão de milho utilizado era menor do que o valor apresentado em tabelas.

De acordo com a tabela 11, verifica-se elevada variação entre os teores de amido das dietas. Esse fato era esperado uma vez que ao calcular-se as dietas, levou-se em consideração apenas a concentração de amido nos grãos de milho e de milho, o que gerou concentrados com níveis de amido próximos (38,2; 39,0 e 41,0; para os concentrados contendo milho; milho e milho e milho respectivamente). Dessa forma nos tratamentos onde se utilizou silagem de milho, a concentração de amido na dieta foi sempre superior as dietas que utilizaram silagem de capim elefante.

O principal objetivo do trabalho foi comparar duas fontes energéticas, milho e milho; e duas fontes de volumosos, silagem de milho e silagem de capim elefante aditivada com 13% de polpa cítrica seca e peletizada, fazendo-se necessária a participação equitativa dos ingredientes na dieta.

4.2 Efeito dos tratamentos sobre o consumo voluntário de matéria seca e digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestível total.

A utilização da silagem de capim elefante não apresentou efeito significativo ($P > 0,05$) sobre o consumo e a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, PB e EE etéreo, quando comparada com a silagem de milho, porém reduziu ($P < 0,05$) o consumo de amido e aumentou ($P < 0,05$) o consumo de FDA e a digestibilidade da FDN e FDA (Tabelas 12, 13 e 14).

Tabela 12. Efeito dos tratamentos sobre o consumo voluntário e a digestibilidade aparente no trato total da matéria seca e da matéria orgânica.

	Silagem de milho			Sil. capim elefante ¹			EMP ⁵	Teste F		
	Mil. ²	MxM ³	Mit. ⁴	Mil.	MxM	Mit.		V ⁶	C ⁷	V*C ⁸
	P>									
CMS, kg/dia ⁹	6,5	5,4	6,1	6,2	5,8	5,7	0,387	0,9854	0,2344	0,6501
DATT, kg ¹⁰	4,1	3,5	4,0	4,0	3,7	3,9	0,686	0,8597	0,2991	0,8629
DATT, % ¹¹	63,0	63,4	65,4	65,0	64,9	68,0	2,13	0,3051	0,4281	0,9528
CMO, kg/dia ¹²	6,2	5,1	5,7	5,7	5,3	5,3	0,362	0,5350	0,2138	0,6433
DATT, kg ¹³	4,00	3,4	3,8	3,9	3,5	3,1	0,265	0,8727	0,3031	0,8717
DATT, % ¹⁴	64,5	65,8	67,1	67,2	67,3	70,4	2,018	0,1913	0,4071	0,9036

¹Silagem de capim elefante aditivada com 13% de polpa de citros seca e peletizada; ^{2,3,4}Concentrados contendo: milho; 50% milho e 50% milheto; milheto, respectivamente; ⁵Erro médio padrão; ⁶Efeito do volumoso; ⁷Efeito do concentrado; ⁸Efeito da interação volumoso*concentrado; ⁹Consumo de matéria seca; ^{10,11}Digestibilidade aparente da matéria seca no trato digestivo total em kg e em porcentagem, respectivamente; ¹²Consumo de matéria orgânica; ^{13,14}Digestibilidade da matéria orgânica no trato digestivo total em kg e em porcentagem.

Em revisão a diversos trabalhos onde os subprodutos da indústria citrícolas foram utilizados como aditivos na ensilagem de forragens, Wing (1982) menciona que estes produtos contribuíram para melhor aceitação das silagens pelos animais. Peres (1997) e Andrade (1998), trabalhando com ovinos, relatam que essa não é uma característica exclusiva da polpa de citros, pois, verificaram aumento no consumo conforme aumentava-se a inclusão de aditivos com elevado teor de matéria seca, independente da origem. Esses autores, concluíram que o aumento no consumo voluntário se deu em função das alterações nos padrões de fermentação do material no silo e a melhoria do valor nutritivo, que foi verificada nos materiais aditivados.

Ao estudar os efeitos dos níveis de adição de polpa cítrica na silagem de capim elefante sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes em carneiros,

Peres (1997), verificou um aumento crescente no consumo e digestibilidade de matéria seca à medida que a inclusão de polpa cítrica era aumentada (0, 5, 10 e 15% de polpa cítrica na matéria original). Além disso, os tratamentos com 10 e 15% de polpa cítrica apresentaram consumo e digestibilidade da matéria seca superiores ao tratamento com silagem de milho. Cabe destacar que o autor considera a silagem de milho utilizada como sendo de baixo teor de matéria seca (25,1%).

No presente trabalho os valores de consumo de matéria seca e orgânica e a digestibilidade aparente da matéria seca não diferem ($P>0,30$), para a silagem de capim elefante e silagem de milho. Entretanto para a digestibilidade da matéria orgânica a silagem de capim elefante apresentou tendência ($P=0,19$) a superioridade em relação a silagem de milho, sugerindo similaridade aos dados da literatura.

A utilização de polpa de citros como aditivos de silagem de gramíneas, normalmente promove redução na utilização das frações nitrogenadas pelos animais, uma vez que uma porção considerável da proteína da polpa de citros peletizada normalmente está associada a fibra ou torna-se indisponível ao animal devido à reação de Maillard, ocasionado possivelmente pelo processo de aquecimento a que é submetida durante a sua secagem (Waldo e Goering, 1979). Entretanto no presente trabalho não foi verificado redução na digestibilidade da proteína bruta, provavelmente porque a proteína proveniente da polpa de citros apresenta reduzida contribuição no total de proteína das dietas.

A adição de 10 e 15% de polpa de citros na silagem de capim elefante proporcionou níveis de FDN e FDA muito semelhantes aos da silagem de milho,

contudo, a digestibilidade dessas frações foi superior (P<0,05) em relação à digestibilidade dessas mesmas frações da silagem de milho (Peres, 1997).

Tabela 13. Efeito dos tratamentos sobre o consumo voluntário e digestibilidade aparente no trato digestivo total da fibra em detergente neutro e da fibra em detergente ácido.

	Silagem de milho			Sil. capim elefante ¹			EMP ⁵	Teste f		
	Mil. ²	MxM ³	Mit. ⁴	Mil.	MxM	Mit.		V ⁶	C ⁷	V*C ⁸
	P>									
CFDN, kg/dia ⁹	1,9	1,7	1,9	1,9	1,9	1,9	0,116	0,2379	0,5104	0,4849
DATT, kg ¹⁰	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	0,098	0,0064	0,7454	0,8640
DATT, % ¹¹	35,9	40,6	37,5	47,2	49,5	51,8	4,124	0,0056	0,8318	0,7621
CFDA, kg/dia ¹²	1,0	0,9	1,01	1,2	1,2	1,2	0,067	0,0019	0,6078	0,5071
DATT, kg ¹³	0,4	0,3	0,4	0,6	0,6	0,6	0,052	0,0001	0,8965	0,6553
DATT, % ¹⁴	37,4	39,6	35,9	48,7	52,3	53,3	3,616	0,0003	0,8281	0,6253

¹Silagem de capim elefante aditivada com 13% de polpa de citros seca e peletizada; ^{2,3,4}Concentrados contendo: milho; 50% milho e 50% milheto; milheto, respectivamente; ⁵Erro médio padrão; ⁶Efeito do volumoso; ⁷Efeito do concentrado; ⁸Efeito da interação volumoso*concentrado; ⁹Consumo de fibra em detergente neutro; ^{10,11}Digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro no trato digestivo total em kg e em porcentagem, respectivamente; ¹²Consumo de fibra em detergente ácido; ^{13,14}Digestibilidade da fibra em detergente ácido no trato digestivo total em kg e em porcentagem.

A substituição do grão de milho pelo grão de milheto não apresentou efeito significativo (P>0,05) sobre o consumo e a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. O consumo de amido e de extrato etéreo não foi alterado, havendo entretanto, efeito significativo (P<0,05) sobre a digestibilidade do amido e do extrato etéreo (Tabelas 12, 13 e 14).

Tabela 14. Efeito dos tratamentos sobre o consumo e a digestibilidade aparente da proteína bruta, amido e extrato etéreo no trato digestivo total.

	Silagem de milho			Sil. capim elefante ¹			EMP ⁵	Teste f		
	Mil. ²	MxM ³	Mit. ⁴	Mil.	MxM	Mit		V ⁶	C ⁷	V*C ⁸
	P>									
CPB, kg/dia ⁹	1,1	0,9	0,9	1,1	0,9	0,9	0,075	0,8430	0,1069	0,7719
DATT, kg ¹⁰	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,058	0,8513	0,1623	0,8826
DATT, % ¹¹	66,2	65,3	67,4	67,7	66,6	67,5	2,514	0,6750	0,8283	0,9615
CA, kg/dia ¹²	2,1	1,6	1,9	1,6	1,4	1,4	0,140	0,0020	0,0637	0,7049
DATT, kg ¹³	1,8	1,5	1,8	1,5	1,2	1,3	0,129	0,0040	0,1429	0,7340
DATT, % ¹⁴	86,3	91,0	94,6	88,3	92,0	96,8	1,540	0,2626	0,0003	0,9131
CEE, kg/dia ¹⁵	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,029	0,7386	0,7367	0,7093
DATT, kg ¹⁶	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,022	0,8552	0,1374	0,7196
DATT, % ¹⁷	55,9	70,0	66,1	64,1	67,4	68,5	2,625	0,2105	0,0084	0,1413

¹Silagem de capim elefante aditivada com 13% de polpa de citros seca e peletizada; ^{2,3,4}Concentrados contendo: milho; 50% milho e 50% milheto; milheto, respectivamente; ⁵Erro médio padrão; ⁶Efeito do volumoso; ⁷Efeito do concentrado; ⁸Efeito da interação volumoso*concentrado; ⁹Consumo de proteína bruta; ^{10,11}Digestibilidade aparente da proteína bruta no trato digestivo total em kg e em porcentagem, respectivamente; ¹²Consumo de amido; ^{13,14}Digestibilidade do amido no trato digestivo total em kg e em porcento; ¹⁵Consumo de extrato etéreo; ^{16,17}Digestibilidade aparente da proteína bruta no trato digestivo total em kg e em porcentagem, respectivamente;

O consumo e digestibilidade da proteína bruta não apresentaram diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos (Tabela 14), provavelmente em razão das dietas serem isoprotéicas e apresentarem os mesmos níveis de consumo voluntário de matéria seca.

O consumo de amido das dietas estudadas, apresentou-se alterado ($P<0,05$), quando a silagem de milho foi utilizada, devido a maior concentração de amido na silagem de milho. A digestibilidade da fração amido foi superior nas dietas onde a fonte de energia foi o milheto (Tabela 14).

Vacas holandesas em lactação submetidas a dietas com níveis de inclusão de 0, 25, 50, 75 e 100% do amido do milheto em relação ao amido do milho em

dietas de vacas leiteiras, não apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) para o consumo de matéria seca, matéria orgânica, PB, amido, FDN e FDA (Ribeiro, 1999).

Ao avaliar as características nutritivas dos grãos de milho, sorgo e milheto em dietas de bovinos de corte, Hill et al. (1990) observaram que a utilização do milheto proporcionou reduções significativas ($P < 0,05$) na digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e nutrientes digestíveis totais, enquanto que a digestibilidade do extrato etéreo, proteína bruta e do extrativo não nitrogenado não foram alterados.

Ao avaliar os efeitos da substituição do milho pelo milheto em dietas de cabras leiteiras, Gelaye et al. (1997) e Terrill et al. (1998), verificaram aumentos significativos ($P < 0,10$) na digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, energia bruta, PB e FDN, nas dietas onde o milho era a principal fonte de energia do concentrado, contudo nas dietas compostas apenas com ingredientes concentrado, não foi verificado efeito significativo ($P > 0,10$) na digestibilidade da proteína bruta.

Hill et al. (1996), trabalhando com bovinos de corte em terminação, verificaram que a substituição de milho pelo milheto apresentou efeito significativo ($P > 0,10$) apenas sobre a digestibilidade do extrato etéreo, proteína bruta, energia bruta e FDA.

Christensen (1984) avaliando a substituição do sorgo por milheto em dietas de gado de corte, observou que o grão de milheto apresenta incremento de 4% na concentração de energia líquida em relação ao sorgo, proporcionando um pequeno aumento no ganho de peso diário dos animais alimentados com milheto.

Utilizando grãos de milho mais panícula em níveis crescentes de substituição ao milho desintegrado com palha e sabugo, na dieta de cabras leiteiras, França et al. (1992) não constataram diferença significativa na produção de leite de cabras delineadas em quadrado latino, em quatro períodos de 28 dias.

4.3 Efeito dos tratamentos sobre os parâmetros ruminais

4.3.1 pH ruminal

O efeito dos tratamentos sobre o pH do fluido ruminal está representado na Tabela 15. Não houve diferença ($P>0,05$) nos valores de pH na interação tratamento x tempo, porém, os valores médios diários de cada tratamento (parcelas) e a sua variação durante o dia (subparcelas), foram alterados ($P<0,05$). A variação média do pH durante o dia seguiu a curva padrão de fermentação ruminal, como pode ser observado na Figura 1.

O efeito da substituição do milho pelo milho só proporcionou diferença ($P<0,05$) nos valores de pH, quando o volumoso utilizado foi a silagem de capim elefante, onde foram observados maiores valores de pH nas dietas. Entretanto, quando o volumoso utilizado foi a silagem de milho, a substituição do milho pelo milho não apresentou efeito sobre o pH ($P>0,05$) o que está de acordo com Terril et al. (1998); Hill e Hanna (1990); Gelaye et al. (1997) e Ribeiro (1999). Hill et al. (1996), trabalhando com novilhos observaram diferenças significativas

($P < 0,05$) quando o milho foi substituído pelo milheto, sendo que as dietas contendo milho apresentaram menores valores de pH.

Tabela 15. Efeito dos tratamentos sobre o pH do fluido ruminal.

Tempos ⁵	Silagem de milho			Silagem de Capim Elefante ¹			Subparcelas ⁷
	Milho ²	MxM ³	Milheto ⁴	Milho	MxM	Milheto	
0	6,53	6,50	6,55	6,52	6,59	6,53	6,53 ^a
2	6,45	6,40	6,36	6,49	6,62	6,51	6,47 ^{ab}
4	6,25	6,47	6,31	6,31	6,52	6,40	6,38 ^{bc}
6	6,23	6,32	6,24	6,25	6,43	6,41	6,31 ^c
8	6,20	6,29	6,29	6,29	6,46	6,30	6,30 ^c
10	6,40	6,44	6,34	6,37	6,48	6,46	6,41 ^{abc}
Parcelas ⁶	6,34 ^b	6,40 ^{ab}	6,35 ^b	6,37 ^b	6,52 ^a	6,44 ^{ab}	

¹Silagem de capim elefante mais 13% de polpa de citros seca e peletizada; ^{2,3,4}Concentrados contendo: milho; 50% milho e 50% milheto; milheto; ⁵Tempo em horas após a alimentação; ⁶Médias das parcelas (tratamentos); ⁷Médias das subparcelas (tempo).

^{abc} Médias na coluna (subparcelas) e na linha (parcelas) seguidas de letras iguais, não diferem entre si ($P > 0,05$).

Owens e Goetsch (1988), relatam que dietas ricas em volumosos apresentam valores de pH entre 6,5 e 7,0 o que favorece o desenvolvimento de microrganismos celulolíticos. No presente trabalho, apesar da elevada proporção de concentrado nas dietas, não foi observado nenhum valor de pH inferior a 6, o que demonstra que todos os tratamentos permitiram um ambiente ruminal adequado.

T1,T2,T3: Silagem de milho e concentrados contendo milho; 50% de milho e 50% de milho; milho; T4, T5, T6: Silagem de capim elefante e concentrados contendo milho; 50% de milho e 50% de milho; milho.

Figura 1. Efeito dos tratamentos sobre o pH do fluído ruminal.

Os dados de pH observados no presente trabalho sugerem que níveis de inclusão de milho até 41% da dieta, condicionaram um padrão de fermentação ruminal mais adequado, que especialmente na silagem de capim elefante, onde a digestibilidade de FDN e FDA tenderam a superioridade quando ocorreu a substituição íntegra do milho por milho (Tabela 13).

4.3.2 Concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen

Os efeitos da substituição do grão de milho pelo grão de milho sobre a concentração de amônia no rúmen, estão apresentados na Tabela 16. Foi

observada diferença ($P < 0,05$) na concentração de $N-NH_3$ entre os valores médios diários de cada tratamento (parcelas) e ao longo do dia (subparcelas). De acordo com os dados da Tabela 16, verifica-se que os valores de nitrogênio amoniacal apresentaram-se máximos ao redor de 2 horas após a alimentação e mínimos a partir de 8 horas após a alimentação, como é ilustrado na Figura 2.

Tabela 16. Efeito dos tratamentos sobre a concentração de amônia rumal.

Tempos ⁵	Silagem de milho			Silagem de Capim Elefante ¹			Subparcelas ⁷
	Milho ²	MxM ³	Milheto ⁴	Milho	MxM	Milheto	
0	18,93	12,43	11,47	19,93	17,20	17,59	16,23 ^{bc}
2	23,26	16,19	16,03	27,68	19,18	24,19	21,09 ^a
4	20,08	15,45	11,06	21,81	18,80	18,55	17,63 ^b
6	17,74	13,64	11,80	20,98	16,16	16,10	15,91 ^{bc}
8	16,31	11,41	9,20	18,03	12,17	11,96	13,18 ^c
10	15,51	13,42	11,29	17,87	13,17	13,06	14,05 ^c
Parcelas ⁶	18,64 ^{ab}	13,76 ^c	11,81 ^{cd}	21,05 ^a	15,92 ^{bc}	16,91 ^b	

¹Silagem de capim elefante mais 13% de polpa de citros seca e peletizada; ^{2,3,4}Concentrados contendo: milho; 50% milho e 50% milheto; milheto; ⁵Tempo em horas após a alimentação; ⁶Médias das parcelas (tratamentos); ⁷Médias das subparcelas (tempo).

^{abc} Médias na coluna (subparcelas) e na linha (parcelas) seguidas de letras iguais, não diferem entre si ($P > 0,05$).

A inclusão do milheto nas dietas, independente do volumoso utilizado, promoveu uma redução na concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal (Tabela 16). Essa característica está de acordo com Gelaye et al. (1997), que observaram declínio nos níveis de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal de cabras em lactação a medida em que o milho foi substituído por milheto. Ao avaliar os efeitos da inclusão de milheto em substituição ao milho em dietas de

vacas leiteiras, Ribeiro (1999), verificou uma tendência na redução dos níveis de N-NH_3 conforme a concentração de milho era aumentada na dieta.

T1,T2,T3: Silagem de milho e concentrados contendo milho; 50% de milho e 50% de milho; milho; T4, T5, T6: Silagem de capim elefante e concentrados contendo milho; 50% de milho e 50% de milho; milho.

Figura 2. Efeito dos tratamentos sobre a concentração ruminal de nitrogênio amoniacal.

A utilização da silagem de capim elefante apresentou maior nível de N amoniacal que a silagem de milho, o que pode ser explicado pelo maior grau de proteólise e deaminação nessas silagens

A concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal, está associada tanto a fração proteica como a fração energética da dieta, uma vez que, ao ocorrer a degradação de proteínas (da dieta ou células microbianas) e a hidrólise do nitrogênio não proteico (dietético ou reciclado pela saliva ou corrente sanguínea)

no rúmen, promove a liberação de N-NH_3 para o rúmen (Owens et al., 1986). Os microrganismos ruminais utilizam N-NH_3 para a produção de suas proteínas, dessa forma, havendo maior disponibilidade de energia no meio, maior seria a síntese de proteína microbiana e conseqüentemente a retirada de N-NH_3 do fluido ruminal (Shirley, 1986).

Alimentos com maior disponibilidade de amido degradável no rúmen possibilitam uma utilização mais eficiente do nitrogênio amoniacal (Plascencia e Zinn, 1996; Poore et al., 1993 e Santos, 1998). Dessa forma, como as dietas contendo milho apresentaram maiores concentrações e digestibilidade do amido (tabela 14), esse fato pode ter contribuído para uma maior fermentação ruminal e conseqüentemente maior produção de proteína microbiana, o que explicaria a menor concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal dos animais alimentados com as dietas contendo milho.

4.3.3 Concentração ruminal de ácidos graxos voláteis

4.3.3.1 Ácidos graxos voláteis totais

Os dados médios da concentração molar dos ácidos graxos voláteis totais encontram-se na Tabela 17. Não houve efeito ($P>0,05$) da substituição do milho pelo milho sobre os valores médios diários da concentração de ácidos graxos

voláteis totais (parcelas), independentemente do volumoso utilizado, havendo diferenças ($P < 0,05$) ao longo do dia (subparcelas).

Tabela 17. Efeito dos tratamentos sobre a concentração total de AGV's no fluido ruminal (mM).

Tempos ⁵	Silagem de milho			Silagem de Capim Elefante ¹			Subparcelas ⁷
	Milho ²	MxM ³	Milheto ⁴	Milho	MxM	Milheto	
0	55,13	62,02	49,80	69,60	71,24	68,91	62,78 ^b
2	68,58	72,03	64,17	75,09	73,68	72,90	71,08 ^{ab}
4	75,95	70,11	63,13	86,39	75,09	83,64	75,72 ^a
6	79,13	79,66	66,16	78,21	82,85	78,30	77,39 ^a
8	77,83	74,37	63,19	82,19	76,50	77,59	75,28 ^a
10	72,32	62,49	67,36	76,43	81,35	80,09	73,34 ^{ab}
Parcelas ⁶	71,49 ^{ab}	70,11 ^{ab}	62,30 ^b	77,99 ^a	76,79 ^a	76,91 ^a	

¹Silagem de capim elefante mais 13% de polpa de citros seca e peletizada; ^{2,3,4}Concentrados contendo: milho; 50% milho e 50% milheto; milheto; ⁵Tempo em horas após a alimentação; ⁶Médias das parcelas (tratamentos); ⁷Médias das subparcelas (tempo).

^{abc} Médias na coluna (subparcelas) e na linha (parcelas) seguidas de letras iguais, não diferem entre si ($P > 0,05$).

A concentração de ácidos graxos voláteis totais tendeu a apresentar pico de concentração molar no fluido ruminal entre 4 e 8 horas após a alimentação (Figura 3). Esse comportamento está de acordo com Owens e Goetsch (1988), que verificaram concentrações máximas de AGV no fluido ruminal 2 a 4 horas após a alimentação. Esse fato ocorreu porque durante a fermentação ruminal, os microrganismos retiram dos alimentos energia para sua reprodução e crescimento, liberando para o hospedeiro compostos intermediários denominados de ácidos graxos voláteis, que se caracterizam como a principal fonte de energia para os ruminantes (Ribeiro, 1999).

T1,T2,T3: Silagem de milho e concentrados contendo milho; 50% de milho e 50% de milho; milho; T4, T5, T6: Silagem de capim elefante e concentrados contendo milho; 50% de milho e 50% de milho; milho.

Figura 3. Efeito dos tratamentos sobre a concentração ruminal dos ácidos graxos voláteis totais (mM).

Ao avaliar níveis de inclusão de milho na dietas de vacas em lactação Ribeiro (1999), não observou diferença ($P>0,05$) na concentração média de ácidos graxos voláteis totais entre os valores médios diários de cada tratamento. Esses dados estão de acordo com o observado por Gelaye et al. (1997), que avaliou a substituição do milho pelo milho em cabras em lactação. Hill e Hanna (1990), trabalhando com bovinos de corte não observaram alterações nas concentrações dos ácidos graxos voláteis totais no fluido ruminal 3,5 horas após a alimentação, observando entretanto, aumento na concentração de AGV's totais nas dietas contendo milho, cerca de 7 horas após a alimentação Terril et al. (1998), trabalhando com bodes castrados e Hill et al. (1996), utilizando novilhos,

observaram uma diminuição na concentração de AGV's totais quando substituíram o milho pelo milheto.

4.3.3.2 Ácido acético

O efeito dos tratamentos na concentração de acetato no fluido ruminal está representado na Tabela 18. A Figura 4 ilustra o comportamento do acetato no fluido ruminal, onde observam-se os valores máximos de acetato entre 4 e 8 horas após a alimentação.

A concentração de ácido acético no fluido ruminal é dependente da relação entre carboidratos estruturais e não estruturais da dieta e a quantidade de carboidratos fermentecíveis no rúmen (Ribeiro, 1999). As dietas contendo silagem de capim elefante apresentaram maiores concentrações de acetato no fluido ruminal. Esse fato pode ser em parte explicado pela maior concentração, consumo e digestibilidade das frações fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido das dietas contendo o volumoso mencionado. A substituição do milho pelo milheto não apresentou diferença ($P>0,05$) na concentração de acetato no fluido ruminal, independentemente do volumoso utilizado.

Tabela 18. Efeito dos tratamentos sobre a concentração de acetato no fluido ruminal (mM).

Tempos ⁵	Silagem de milho			Silagem de Capim Elefante ¹			Subparcelas ⁷
	Milho ²	MxM ³	Milheto ⁴	Milho	MxM	Milheto	
0	39,05	44,69	36,36	52,81	54,28	51,98	46,53 ^b
2	48,51	50,88	45,87	57,52	55,42	54,25	52,08 ^{ab}
4	53,27	47,58	45,84	63,37	57,06	63,29	55,07 ^a
6	55,67	55,47	47,87	59,77	60,97	59,35	56,52 ^a
8	54,62	52,53	46,18	62,11	57,43	58,20	55,18 ^a
10	50,76	45,24	48,13	58,48	60,11	60,67	53,90 ^{ab}
Parcelas ⁶	50,31 ^{bc}	49,40 ^c	45,04 ^c	59,01 ^a	57,55 ^{ab}	57,96 ^{ab}	

¹Silagem de capim elefante mais 13% de polpa de citros seca e peletizada; ^{2,3,4}Concentrados contendo: milho; 50% milho e 50% milheto; milheto; ⁵Tempo em horas após a alimentação; ⁶Médias das parcelas (tratamentos); ⁷Médias das subparcelas (tempo).

^{abc} Médias na coluna (subparcelas) e na linha (parcelas) seguidas de letras iguais, não diferem entre si ($P>0,05$).

Houve diferença ($P<0,05$) na concentração de acetato no fluido ruminal ao longo do dia (subparcelas), sendo que as características das curva de concentração de acetato acompanharam o mesmo padrão observado para as curvas de ácidos graxos totais, provavelmente refletindo o padrão de fermentação ruminal.

Hill et al. (1996), Terril et al. (1998), Ribeiro (1999), também não encontraram diferença significativa na concentração de ácido acético no fluido ruminal quando o milho foi substituído pelo milheto. Gelaye et al. (1997) e Hill e Hanna (1990), observaram efeito na substituição do milho pelo milheto, sendo esse efeito provavelmente devido a aviações nos teores de FDN entre os tratamentos, fato esse que justifica alterações significativas nos valores de ácido acético.

T1,T2,T3: Silagem de milho e concentrados contendo milho; 50% de milho e 50% de milheto; milheto; T4, T5, T6: Silagem de capim elefante e concentrados contendo milho; 50% de milho e 50% de milheto; milheto.

Figura 4. Efeito dos tratamentos sobre a concentração ruminal de ácido acético (mM).

4.3.3.3 Ácido propiônico

O efeito dos tratamentos na concentração molar de propionato no fluido está apresentado na Tabela 19. Não houve efeito ($P>0,05$) sobre a concentração de propionato entre os valores médios diários de cada tratamento (parcelas), nem devido à interação tratamento x tempo, sendo entretanto a variação na concentração de propionato ao longo do dia (subparcelas) afetada ($P<0,05$), apresentando valores máximos entre 4 e 6 horas após a alimentação. A Figura 5

ilustra o efeito do horário de amostragem sobre a concentração de propionato no fluido ruminal.

Tabela 19. Efeito dos tratamentos sobre a concentração de propionato no fluido ruminal (mM).

Tempos ⁵	Silagem de milho			Silagem de Capim Elefante ¹			
	Milho ²	MxM ³	Milheto ⁴	Milho	MxM	Milheto	Subparcelas ⁷
0	12,77	14,12	10,84	12,56	12,40	12,64	12,56 ^b
2	16,16	17,43	15,02	13,16	13,85	13,06	14,78 ^{ab}
4	18,32	16,56	14,19	18,25	13,57	15,50	16,07 ^a
6	19,09	17,25	14,73	13,92	17,32	14,49	16,13 ^a
8	18,68	17,88	13,79	15,23	14,46	14,77	15,80 ^{ab}
10	17,38	13,86	15,67	13,48	16,43	14,66	15,25 ^{ab}
Parcelas ⁶	17,07	16,18	14,04	14,43	14,67	14,19	

¹Silagem de capim elefante mais 13% de polpa de citros seca e peletizada; ^{2,3,4}Concentrados contendo: milho; 50% milho e 50% milheto; milheto; ⁵Tempo em horas após a alimentação; ⁶Médias das parcelas (tratamentos); ⁷Médias das subparcelas (tempo) .

^{abc} Médias na coluna (subparcelas) e na linha (parcelas) seguidas de letras iguais, não diferem entre si (P>0,05).

Alimentos com altos teores de amido degradável no rúmen geram uma maior produção de propionato (Van Soest 1994). Dietas com elevados teores de fibra em detergente neutro geram padrão de fermentação ruminal favorável à produção de acetato. Nas dietas contendo milheto a maior concentração e digestibilidade do amido associada aos elevados níveis de fibra em detergente neutro, contribuíram para que as concentrações médias de propionato entre os tratamentos não apresentassem diferenças (P>0,05). A utilização da silagem de capim elefante, também não proporcionou alterações na concentração de propionato.

Hill et al. (1996); Terril et al. (1998); e Ribeiro (1999), trabalhando com novilhos, bodes e vacas em lactação, respectivamente, também não encontraram diferença na concentração de propionato, quando o milho foi substituído pelo milheto. Gelaye et al. (1997), trabalhando com cabras em lactação, observaram diminuição na concentração de propionato e Hill e Hanna (1990), utilizando novilhos, observaram aumentos na concentração de propionato quando o milho foi substituído pelo milheto.

T1,T2,T3: Silagem de milho e concentrados contendo milho; 50% de milho e 50% de milheto; milheto; T4, T5, T6: Silagem de capim elefante e concentrados contendo milho; 50% de milho e 50% de milheto; milheto.

Figura 5. Efeito dos tratamentos sobre a concentração ruminal de ácido propiônico (mM).

4.3.3.4 Ácido butírico

O efeito dos tratamentos na concentração de butirato no fluído ruminal está representado na Tabela 20. A substituição do milho pelo milheto, associada ao volumoso silagem de capim elefante não proporcionou diferença ($P>0,05$) na concentração de butirato no fluído ruminal entre os valores médios diários de cada tratamento (parcelas). Quando o volumoso utilizado foi a silagem de milho a concentração de butirato foi maior nos tratamentos contendo milho e milheto. Não houve diferença ($P>0,05$) na interação tratamento x tempo e ao longo do dia (subparcelas). A Figura 6 ilustra o comportamento da concentração molar de butirato dentro dos tempos de amostragem.

Hill e Hanna (1990); Terril et al. (1998) e Ribeiro (1999), trabalhando com novilhos, bodes castrados trabalhando e com vacas em lactação, também não encontraram diferença quando o milho foi substituído pelo milheto. Gelaye et al. (1997), utilizando cabras em lactação e Hill et al. (1996), utilizando novilhos, observaram uma diminuição na concentração de butirato, quando o milho foi substituído pelo milheto.

Tabela 20. Efeito dos tratamentos sobre a concentração de butirato no fluido ruminal (mM).

Tempos ⁵	Silagem de milho			Silagem de Capim Elefante ¹			Subparcelas ⁷
	Milho ²	MxM ³	Milheto ⁴	Milho	MxM	Milheto	
0	3,31	3,22	2,60	4,23	4,57	4,29	3,70
2	3,92	3,71	3,28	4,41	4,40	5,59	4,22
4	4,35	5,96	3,10	4,77	4,46	4,85	4,58
6	4,36	6,94	3,56	4,51	4,56	4,45	4,73
8	4,53	3,95	3,22	4,85	4,61	4,62	4,30
10	4,18	3,40	3,55	4,47	4,80	4,76	4,19
Parcelas ⁶	4,11 ^{ab}	4,53 ^a	3,22 ^b	4,54 ^a	4,57 ^a	4,76 ^a	

¹Silagem de capim elefante mais 13% de polpa de citros seca e peletizada; ^{2,3,4}Concentrados contendo: milho; 50% milho e 50% milheto; milheto; ⁵Tempo em horas após a alimentação; ⁶Médias das parcelas (tratamentos); ⁷Médias das subparcelas (tempo).

^{abc} Médias na coluna (subparcelas) e na linha (parcelas) seguidas de letras iguais, não diferem entre si (P>0,05).

T1,T2,T3: Silagem de milho e concentrados contendo milho; 50% de milho e 50% de milheto; milheto; T4, T5, T6: Silagem de capim elefante e concentrados contendo milho; 50% de milho e 50% de milheto; milheto.

Figura 6. Efeito dos tratamentos sobre a concentração ruminal do ácido butírico (mM).

4.3.3.5 Relação acético/ propiônico

Os valores da relação molar no fluído ruminal entre o acetato e o propionato estão apresentados na tabela 21. Não houve diferença na relação acetato/propionato quando o milho foi substituído pelo milheto e o volumoso utilizado foi a silagem de capim elefante. Quando a substituição ocorreu utilizada a silagem de milho como volumoso, as dietas contendo milheto foram as que apresentaram maiores valores da relação. Os tratamentos com silagem de capim elefante apresentaram maiores ($P < 0,05$) para a relação acetato/propionato devido a maior concentração de acetato nos tratamentos onde a silagem de capim elefante foi utilizada.

Não houve efeito ($P > 0,05$) na interação tratamento x tempo, nem ao longo do dia (subparcelas) sobre a relação acetato/propionato, como pode ser verificado na Figura 7.

Hill et al. (1996); Terril et al. (1998); e Ribeiro (1999), trabalhando com novilhos, bodes castrados e vacas em lactação, respectivamente, não observaram diferença na relação entre ácido acético e ácido propiônico. Por outro lado, Gelaye et al. (1997) observaram um aumento na relação acetato/propionato quando o milho foi substituído pelo milheto em dietas de cabras em lactação. Ao contrário, Hill e Hanna (1990), trabalhando com novilhos observaram redução na relação acético/ propiônico.

Tabela 21. Efeito dos tratamentos sobre a relação acético/ propiônico no fluido ruminal.

Tempos ⁵	Silagem de milho			Silagem de Capim Elefante ¹			Subparcelas ⁷
	Milho ²	MxM ³	Milheto ⁴	Milho	MxM	Milheto	
0	3,06	3,17	3,35	4,20	4,38	4,11	3,71
2	3,00	2,92	3,05	4,37	4,00	4,15	3,58
4	2,91	2,87	3,23	3,47	4,20	4,08	3,46
6	2,91	3,22	3,25	4,29	3,52	4,09	3,55
8	2,92	2,94	3,35	4,08	3,97	3,94	3,53
10	2,92	3,26	3,07	4,34	3,66	4,14	3,57
Parcelas ⁶	2,95 ^c	3,06 ^{bc}	3,22 ^b	4,13 ^a	3,96 ^a	4,09 ^a	

¹Silagem de capim elefante mais 13% de polpa de citros seca e peletizada; ^{2,3,4}Concentrados contendo: milho; 50% milho e 50% milheto; milheto; ⁵Tempo em horas após a alimentação; ⁶Médias das parcelas (tratamentos); ⁷Médias das subparcelas (tempo) .

^{abc} Médias na coluna (subparcelas) e na linha (parcelas) seguidas de letras iguais, não diferem entre si (P>0,05).

T1,T2,T3: Silagem de milho e concentrados contendo milho; 50% de milho e 50% de milheto; milheto; T4, T5, T6: Silagem de capim elefante e concentrados contendo milho; 50% de milho e 50% de milheto; milheto.

Figura 7. Efeito dos tratamentos sobre a relação acetato/propionato no fluido ruminal.

5 Conclusões

A substituição do grão de milho pelo grão de milheto em dietas de novilhos confinados, contendo silagem de milho ou silagem de capim elefante aditivada com 13% de plopa de citros seca e peletizada, concluí-se que:

- Os consumos de MS, MO, PB, EE, FDN, FDA e amido não foram afetados, porém a digestibilidade aparente no trato digestivo total do EE e do amido foram aumentadas com a inclusão de milheto.
- A utilização da silagem de capim elefante proporcionou menores teores de amido na dieta, porém aumentou o consumo de FDA e a digestibilidade de FDN e FDA.
- O pH ruminal aumentou, enquanto que a concentração molar no fluído ruminal de N-NH₃ e acetato, foram reduzidos com a inclusão de milheto.
- A utilização da silagem de capim elefante aumentou a concentração molar no fluído ruminal dos AGV's totais, acetato, butirato e a relação acético/propiónico.
- Baseado nos dados obtidos, o milheto e a silagem de capim elefante, podem ser utilizados na alimentação de novilhos de corte, sem afetar o desempenho produtivo.

6 Referências Bibliográficas

AEC, TABLES. Recomendações para a Nutrição Animal. **Rhône-Poulenc**, s. l., 5ª ed. 1987. 86p.

ANDRADE, J.B.; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim elefante. II. Qualidade das silagens amostradas por dois métodos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.11, p.1873-1882, nov. 1998.

ANDREWS, D.J.; KUMAR, K.A. Pearl millet for food, feed and forage. **Advances in Agronomy**. San Diego. v. 48, p. 89-139, 1992.

AOAC. 1990. Official methods of analysis. **Association of Official Analytical Chemists**, Washington, DC.

BOSE, M.L.V.; Concentrados e suplementos usuais para bovinos de corte em confinamento. In: **Confinamento de Bovinos de Corte**, 1995. Piracicaba. p. 89-99.

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

CARVALHO, J.L.H., A parte aérea da mandioca na alimentação animal. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte. 10(119):28-36, 1984.

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

CARVALHO, M.P. Citros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS. Piracicaba, 1995. **Anais**. Piracicaba, FEALQ, 1995. p.171-214.

CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clin. Chem.** 8:130, 1962.

CHRISTENSEN, N.B.; PALMER, J.C.; PRAEGER JR., H.A.; STEGMEIER, W.D.; VANDERSLIP, R.L. Pearl millet - a potential crop for Kansas. Keeping whit research 77, Contribution 84-413-S, **Kansas Agric. Exp. Sta.**, Manhattan. 1984.

COELHO, J.L.D. Critérios de seleção de máquinas e implementos agrícolas para cultura do milho. In: **Tecnologia da Produção de Milho**. Piracicaba, p.1-9, 1997.

CORSI, M.; de FARIA, V.P.; PULLICI, C.O.C. Efeito da adição de vários produtos e do murchamento prévio sobre a elevação da matéria seca do capim elefante a ser ensilado. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Rio de Janeiro. 1971. p.52-53.

DUARTE, C.M.L. Avaliação de forrageiras perenes de verão e milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leekel) cv. comum, integrados em sistemas de produção animal em pastagens. Porto Alegre, 1980. 150p. Tese.

ENSMINGER, D.C.; POND, W.G. Feeds and Nutrition. Clovis: **Ensminger Publ. Co.**, 824p. 1978.

FARIA, V.P. Efeito da maturidade da planta e diferentes tratamentos sobre a ensilagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). Piracicaba, 1971. 78p. Tese (Doutoramento) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

FARIA, V.P.; TOSI, H.; GODOY, C.R. M. Polpa de laranja fresca e seca como aditivos para a ensilagem de capim elefante napier (*Pennisetum purpureum*, Schum.). **O Solo**, Piracicaba, 64(1):41-47, 1972.

FARIA, V.P. Técnicas de produção de silagens. In: **Pastagens**. Fundamentos da Exploração Racional. Piracicaba, FEALQ, 1986. p. 695-720.

FEEDSTUFFS. Reference Issue. Minnetonka, v. 67, n. 30, n. esp., p.69-76, 1995.

FRANÇA, A.F.S.; ORSINE, G.F.; DIAS, M.J.; STRINGHINI, J.H.; PÁDUA, J.T.; MUNDIM, S.P. Utilização de milheto como substituto do milho em rações de cabras leiteiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 22, Curitiba, 1992. **Anais**. Curitiba:SPMV, 1992. resumo 349.

GELAYE, S.; TERRILL, T.; AMOAH, E.A.; MILLER, S.; GATES, R.N.; HANNA, W.W. Nutritional value of pearl millet for lactating and growing goats. **J. Anim. Sci**, 75:1409-1414. 1997.

GOHL, B.I. Los subproductos de los citrus para la alimentacion del ganado. **Zootecnia**. 6:24-27, 1971.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). **Agriculture Handbook**. USDA, ARS, Washington, 1970.

GRANATO, L.O. O capim elefante (*Pennisetum purpureum*). **Secretaria da Agricultura**, São Paulo, 1924. 96 p.

MACHADO FILHO, L.C.P.; MÜHLBACH, P.R.F. Efeito do emurchecimento na qualidade das silagens de capim elefante cv. Cameroon (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e de milhoto (*Pennisetum americanum*, (L.) Leeke), avaliadas quimicamente. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. 15(3):224-233, 1986

McCULLOGH, M.E. Silage and silage fermentation. **Feedstuffs**, Minneapolis. 49(13):49-50 e 52, 1977.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R. **The biochemistry of silage**. New York, John Wiley. 226p. 1981.

MORON, I.R.; Cinética da digestão ruminal do amido dos grãos de milho e sorgo submetidos a diferentes formas de processamento. Lavras, 1994, 58p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of dairy cattle. **Nat. Academic Press**. Whashington. 158p., 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of poultry. **Nat. Academic Press.** Whashington, 9th ed., 155p. 1994.

NUSSIO, L.G. Cultura de milho para produção de silagem de alto valor alimentício. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, Piracicaba, 1991. **Anais.** Piracicaba, FEALQ, 1991. p.59-168.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P. Silagem de Milho. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS: ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR, 7, Piracicaba, 1999. **Anais.** Piracicaba, FEALQ, 1999. p.27-46.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. **The ruminant animal: Digestive physiology and nutrition.** Englewood Cliffs:Simon & Schuster, cap. 8, p. 145, 1988.

OWENS, F.N.; ZINN, R.A.; KIN, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Dairy Science**, v.63, p. 1634, 1986.

PALMQUIST, D.L.; CONRAD, H.R. High levels of raw soybeans for dairy cows. **J. Anim. Sci.** v. 33:295. 1971.

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

PERES, J.R. Avaliação da polpa de citros seca e peletizada como aditivo na ensilagem do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). Piracicaba, 1997, 82p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

PLASCENCIA, A. ZINN, R. A. Influence of flake density on the feeding value of steam-processed corn in diets for lactating cows. **Journal of Animal Science**, v.74, p.:310-316, 1996.

POORE, M.H.; MOORE, J.A.; SWINGLE, R.S.; ECK, T.P.; BROW, W.H. Wheat straw or alfafa hay in diets with 30% neutral detergent fiber for lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3152, 1991.

POORE, M.H.; MOORE, J. A.; ECK, T. P.; SWINGLE, R. S.; THERER, C. B. Effect of fiber source and ruminal starch degradability on site and extent of digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p. 2244-53, 1993.

RACHIE, K.O. The millets - importance, utilization and outlook. **Hyderabad**, Índia. 63p. 1975.

RIBEIRO, C.V.M. Efeito da Substituição do grão de milho pelo de milheto (*Pennisetum americanum*) na dieta de vacas em lactação. Piracicaba, 1999, 67p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

- ROCHA FILHO, R.R. Efeitos da polpa de citrus e do milho sobre parâmetros ruminais. Piracicaba, 1998. 71p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.
- ROONEY, L.W. & PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1607, 1986.
- SANTOS, F.A.P. Efeito de fontes proteica e processamento de grão no desempenho de vacas de leite e digestibilidade dos nutrientes. **Tese de Livre Docência**, ESALQ/USP, 1998.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT User's Guide, ed. Cary, NC. 1991.
- SHIRLEY, R.L. Nonprotein nitrogen utilization.. In: SHIRLEY, R.L. **Nitrogen and energy nutrition of ruminants**. Orlando: Academic Press, cap.7, p149, 1986.
- SILVEIRA, A.C. Contribuição para o estudo do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) como reserva forrageira no trópico. Botucatu, 1976. 234p. Tese (Livre Docência) - FCMBB/UNESP.
- SILVEIRA, A.C.; TOSI, H.; FARIA, V.P. Efeito de diferentes tratamentos na digestibilidade “in vitro” de silagem de capim napier (*Pennisetum purpureum*,

Schum.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. 2(2):216-226. 1973.

SIMAS, J.M. Processamento de grãos para rações de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 9, Piracicaba, 1997. **Anais**. Piracicaba, FEALQ, 1997. p.7-32.

SINGH, P.; SINGH, U.; EGGUM, B.O.; KUMAR, K.A.; ANDREWS, D.J. Nutritional evaluation of high protein genotypes of pearl millet (*Pennisetum americanum*, (L.) Leek). **J. of the Science of Food and Agriculture**. London, v. 38:41-48, 1987.

SNIFFEN, C.J. The use of by-pass protein in ration formulation. In: **Proc. 40th American Feed Manufact. Assoc. Nut. Council**, 1980, p.40.

TERRILL, T.H.; GELAYE, S.; AMOAH, E.A.; MILLER, S.; KOUAKOU, B.; GATES, R.N.; HANNA, W.W. Protein and energy value of pearl millet grain for mature goats. **J. Anim. Sci.** 76:1964-1969, 1998.

VAN SOEST, P.J. **Nutrition ecology of the ruminants**. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74:3583, 1991.

WALDO, D.R.; GOERING, H.K. Insolubility of proteins in ruminant feeds by four methods. **J. Anim. Sci.** 49:1560, 1979.

WIERINGA, G.W. Some factors affecting silage fermentation. In: **International Grassland Congress**. Berkshire. p. 497-502, 1960

WING, J.M. ed. Citrus feedstuffs for dairy cattle. Extension bulletin n. 829. **Florida Agric. Exp. Station**. University of Florida. Gainesville. 25p., 1982