

**QUALIDADE DA SILAGEM DO RESÍDUO
DO FRUTO DE MARACUJÁ AMARELO NAS
FORMAS PURA E EM MISTURA COM
ADITIVOS**

ARNALDO PRATA NEIVA JÚNIOR

2005

ARNALDO PRATA NEIVA JÚNIOR

**QUALIDADE DA SILAGEM DO RESÍDUO DO FRUTO DE
MARACUJÁ AMARELO NAS FORMAS PURA E EM MISTURA COM
ADITIVOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. José Cleto da Silva Filho

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2005**

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

Neiva Junior, Arnaldo Prata

Qualidade da silagem do resíduo do fruto de maracujá-amarelo nas formas pura e em mistura com aditivos / Arnaldo Prata Neiva Junior. --
Lavras : UFLA, 2005.

67 p. : il.

Orientador: José Cleto da Silva Filho.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Maracuja. 2. Resíduo agroindustrial. 3. Nutrição de ruminante. 4. Silagem.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.208552

ARNALDO PRATA NEIVA JÚNIOR

**QUALIDADE DA SILAGEM DO RESÍDUO DO FRUTO DO
MARACUJÁ AMARELO NAS FORMAS PURA E EM MISTURA COM
ADITIVOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 1º de fevereiro de 2005;

Prof. Dr. Edilson Rezende Cappelle - DZO/CEFET-RP

Prof. Dr. José Cardoso Pinto - DZO/UFLA

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - DZO/UFLA

José Cleto da Silva Filho - UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS -BRASIL**

Aos meus pais, Arnaldo Prata da Neiva e

Conceição Aparecida Chaves Rodrigues.

Aos meus irmãos, Eduardo, Victor, Laura, Larissa

e em especial a Suymara que, mesmo distante,

está sempre presente em meu coração.

Aos meus sobrinhos, Arthur e Maria Eduarda.

À minha querida afilhada, Lisle.

À minha vó Milca.

Ao meu tio Alécio e tia Sueli

Ao Vicente e Maria da Gloria.

Aos amigos e colegas.

OFEREÇO

À minha querida e amada namorada, Gloria Brivio, pelo apoio,

incentivo, compreensão, companheirismo e amor

DEDICO

Tocando em frente (Almir Sater & Renato Teixeira)

Ando devagar porque já tive pressa
E levo esse sorriso porque já chorei demais
Hoje me sinto mais forte, mais feliz, quem sabe
Eu só levo a certeza de que muito pouco eu sei
E nada sei
Conhecer as manhas e as manhãs, o sabor das massas e das
maçãs
É preciso amor pra poder pulsar, é preciso paz pra poder sorrir
É preciso chuva para florir

Penso que cumprir a vida seja simplesmente
Compreender a marcha e ir tocando em frente
Como um velho boiadeiro levando a boiada
Eu vou tocando os dias pela longa estrada eu vou
Estrada eu sou

Todo mundo ama um dia, todo mundo chora
Um dia a gente chega, no outro vai embora
Cada um de nós compõe a sua história
E cada ser em si carrega o dom de ser capaz
DE SER FELIZ...

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela minha família e pela oportunidade de crescimento e aprendizado.

À Universidade Federal de Lavras e ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Pomba, pela oportunidade de realização deste curso.

Em especial, ao orientador e amigo, professor José Cleto da Silva Filho, pelos ensinamentos, exemplo de dedicação profissional e confiança.

Aos integrantes da banca examinadora, professores Edilson Rezende Cappelle, José Cardoso Pinto e Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pelas valiosas sugestões, atenção e amizade.

Ao professor Igor Maximiliano Eustáquio Vivacqua von Tiesenhausen, pela idealização do experimento.

Aos professores do CEFET-RP, Marcos Pascoalino, Ronaldo Furtado e Sebastião Nunes, pelo incondicional apoio durante a realização deste trabalho.

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

Aos secretários da Pós-Graduação, Keila, Carlos e Pedro.

À Indústria de Sucos Bela Ischia – Astolfo Dutra, MG, na pessoa do gerente de qualidade, Sr. Rafael Araújo, pela grande colaboração.

Ao Cachico e Rosa, pela amizade e excelente receptividade em Lavras.

Ao colega Denismar, pela ajuda na realização das análises estatísticas.

Aos colegas de curso, Augusto Zonta, Cristóvão Colombo, Elen Hatsumi, Leonardo, Sérgio (Lacra), Valério Mendes e Valdir Botega, pelo companheirismo e momentos agradáveis que passamos.

A Lóia e Térto, pelo carinho, apoio e confiança.

A todos os meus familiares, que sempre me incentivaram; avó, tios, tias, primos, prima, etc., dos quais tenho muito orgulho, deixo meu agradecimento com muito amor e carinho.

À minha querida Gloria Brivio, pela paciência e estímulo.

A todos os amigos que sempre me apoiaram.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

OBRIGADO

BIOGRAFIA

Arnaldo Prata Neiva Júnior, filho de Arnaldo Prata da Neiva e Conceição Aparecida Chaves Rodrigues, nasceu em Rio Pomba, em 09 de novembro de 1974.

Em 2002, concluiu o Curso de Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG.

Ingressou por meio de concurso público na Escola Agrotécnica Federal de Rio Pomba, hoje CEFET- Rio Pomba, trabalhando no Departamento de Zootecnia desde maio de 1997.

Iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia em março de 2003, pela Universidade Federal de Lavras, na área de Nutrição de Ruminantes, concluindo-o em fevereiro de 2005.

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Subprodutos como fontes de fibras não forrageiras (FFNF)	3
2.2 O maracujá	5
2.3 O resíduo do maracujá	5
2.3.1 Composição físico-química do maracujá	5
2.3.2 Resíduo do maracujá na alimentação animal	6
2.4 Processo de ensilagem.....	8
2.4.1 Matéria seca, carboidratos solúveis e poder tampão	8
2.4.2 Ácidos orgânicos, pH e nitrogênio amoniacal.....	10
2.5 Aditivos na ensilagem	11
2.6 A casca de café	12
2.6.1 Características físicas e valor nutricional da casca de café	12
2.7 O bagaço de cana.....	13
2.8 O sabugo de milho.....	14
2.9 Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS).....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Local e período experimental.....	17
3.2 Delineamento experimental.....	17
3.3 Tratamentos.....	18
3.4 Resíduos agroindustriais	18
3.5 Preparo das misturas para ensilagem	19
3.6 Condução do experimento.....	19
3.7 Variáveis avaliadas.....	20
3.7.1 Análises químicas e bromatológicas	20
3.8 Ensaio de digestibilidade <i>in vitro</i>	21
3.8.1 Animal doador do conteúdo ruminal.....	21

3.8.2 Período de adaptação.....	21
3.8.3 Coleta do conteúdo ruminal	21
3.9 Análise estatística dos dados	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Composição bromatológica dos aditivos.....	23
4.2 Composição bromatológica das misturas antes da ensilagem.....	25
4.3 Características das silagens	26
4.3.1 Composição bromatológica.....	27
4.3.2 Teor de matéria seca (MS) das silagens	27
4.3.3 Teor de proteína bruta (PB) na MS das silagens	30
4.3.4 Teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) na MS das silagens	32
4.3.5 Teor de extrato etéreo (EE) na MS das silagens	36
4.3.6 Valores de pH das silagens.....	38
4.3.7 Teores de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total [N-NH ₃ (% N total)] das silagens	42
4.3.8 Valores de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) das silagens	43
5 CONSIDERAÇÕES GERAIS	47
6 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXOS.....	62

LISTA DE SIGLAS

BC: Bagaço de cana

Ca: Cálcio

CC: Casca de café

CEL: Celulose

CNF: Carboidratos não fibrosos

CV: Coeficiente de variação

DIVMS: Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

EB: Energia bruta

ED: Energia digestível

EE: Extrato etéreo

EM: Energia metabolizável

ENN: Extrato não nitrogenado

FB: Fibra bruta

FDA: Fibra em detergente ácido

FDN: Fibra em detergente neutro

FDNF: Fibra em detergente neutro da forragem

FFNF: Fonte de fibra não forrageira

FV: Fator de variação

GL: Graus de liberdade

HEM: Hemicelulose

LIG: Lignina

MM: Matéria mineral

MS: Matéria seca

NH₃: Amônia

N-NH₃ (%N total): Teor de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total

NRC: National Research Council

P: Fósforo

PB: Proteína bruta

pH: Potencial hidrogeniônico

QM: Quadrado médio

R²: Coeficiente de determinação

RM: Resíduo de maracujá

SM: Sabugo de milho

RESUMO

NEIVA JÚNIOR, Arnaldo Prata. **Qualidade da silagem do resíduo do fruto de maracujá amarelo nas formas pura e em mistura com aditivos.** Lavras: UFLA, 2005. 67p. (Dissertação – Mestrado em Nutrição de Ruminantes).¹

O Brasil possui enorme quantidade de resíduos e subprodutos da agricultura e da agroindústria com potencial de uso na alimentação de ruminantes. Algumas limitações podem fazer com que alguns desses aditivos tenham uma utilização mais restrita, entre elas a baixa percentagem de MS, o que prejudica o processo de ensilagem, exigindo a adoção de procedimentos que modifiquem esse quadro, como a utilização de aditivos. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo determinar a composição bromatológica e a digestibilidade de silagens do resíduo do fruto de maracujá-amarelo pura ou em misturas com diferentes aditivos. Os resíduos foram ensilados em silos experimentais de PVC, adaptados com válvula tipo Bünsen, com capacidade para aproximadamente 3 kg cada. Os tratamentos constituíram-se de três aditivos (bagaço de cana, casca de café e sabugo de milho), em quatro níveis (10, 15, 20 e 25%) mais uma testemunha, sem aditivos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constituindo um esquema fatorial com tratamento adicional [(3 x 4) + 1], com 4 repetições. As silagens em que se adicionou BC e as silagens com 100% de resíduo do fruto de maracujá apresentaram teor de MS inferior aos recomendados para uma boa silagem. O aditivo CC foi o único que aumentou o teor protéico das silagens. O SM foi o que mais contribuiu para a redução dos teores de EE e aumento de LIG das silagens. Os três aditivos aumentaram os teores de FDN e FDA das silagens quando foram adicionados nos diferentes níveis. Todas as silagens apresentaram valores de pH e N-NH₃(%Ntotal) de acordo com os padrões que caracterizam uma boa fermentação. As silagens com 100% de resíduo do fruto de maracujá, e com BC ou CC adicionados nos diferentes níveis, apresentaram valores de DIVMS próximos aos das forrageiras tropicais, mostrando ser uma alternativa viável na alimentação de ruminantes em regiões com disponibilidade desses alimentos.

¹ Comitê orientador: José Cleto da Silva Filho (Orientador); Paulo César de Aguiar Paiva; Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.

ABSTRACT

NEIVA JÚNIOR, Arnaldo Prata. **Quality of yellow passion fruit silage in the pure forms and in mixture with additives.** Lavras: UFLA, 2005. 67p. (Dissertation - Master in Ruminant Nutrition)¹

Brazil possesses a huge amount of residues and by-products of agriculture and of agroindustry with potential of use in ruminant feeding. A few limitations may cause some of these additives to have a more restricted utilization, among them the low percentage of DM, which impairs ensiling process, demanding the adoption of procedures which modify that picture such as the use of additives. In this way, the present work is intended to determine the bromatologic composition and the digestibility of yellow passion fruit residue silages, both pure and in mixtures with different additives. The residues were ensiled in experimental PVC silos, fitted with Bunsen-type valves with a capacity of about 3 kg each. The treatments consisted of three additives (sugar cane bagasse, coffee hulls and corn cob) at four levels (10, 15, 20 and 25%) plus a check without additives. The experimental design utilized was the completely randomized, making a factorial scheme with an additional treatment [(3 x 4) + 1] with four replicates. The silages in which BC was added and the silages with 100% of yellow passion fruit residue presented a DM content inferior to those recommended for a good silage. The additive CC was the only which increased the protein content of the silages. SM was the one which contributed the most to the reduction of EE contents and increase of LIG of the silages. The three additives increased the NDF and ADF contents of the silages when they were added at the different levels. All the silages presented values of pH and N-NH₃ (% total N) according to the standards which characterize a good fermentation. The silages with 100% of passion fruit residue and either with BC or with CC added at the different levels, presented values of IVDDM close to those of tropical forages, showing to be viable alternative in ruminants' feeding in regions with availability of those feeds.

¹ Guidance Committee: José Cleto da Silva Filho (Adviser), Paulo César de Aguiar Paiva; Rilke Tadeu Fonseca de Freitas.

1 INTRODUÇÃO

A destinação imprópria de resíduos da agroindústria, produzidos em larga escala em quase todo o Brasil hoje, é um problema merecedor de atenção com respeito à poluição ambiental. Dentre esses resíduos, destacam-se os resíduos de frutas, subprodutos agrícolas, entre outros.

Os resíduos agroindustriais e do beneficiamento de produtos vegetais podem ser utilizados na alimentação de ruminantes e contam com a vantagem de estarem disponíveis, geralmente, no período de estiagem, onde há escassez de forragem verde, que ocorre em épocas secas e frias do ano.

Os ruminantes têm como fonte da alimentação básica as pastagens cultivadas e naturais/nativas que apresentam produção reduzida de matéria vegetal em épocas secas. Possuem, entretanto, a capacidade de transformar resíduos vegetais em nutrientes para a sua própria utilização, sendo que toda essa transformação se dá no rúmen, onde os microorganismos decompõem a matéria bruta e sintetizam nutrientes que, no final, irão beneficiar o animal, aumentando, dessa forma, a produção de carne ou leite.

No caso específico das frutas tropicais, tem-se o maracujá (*Passiflora* sp) cujo resíduo (casca e sementes), oriundo do esmagamento para obtenção do suco, representa um grande potencial para ser utilizado como alimento para animais. O aproveitamento de resíduos da agroindústria de frutas está claramente subutilizado. Acredita-se que fontes adicionais de receitas podem ser geradas a partir do melhor aproveitamento, contribuindo, adicionalmente, para uma menor degradação ambiental.

O Brasil é o maior produtor de maracujá-amarelo do mundo. Segundo o IBGE, a produção dessa fruta no ano de 2002 foi de aproximadamente 480.000 toneladas. Estima-se que a produção de suco de maracujá no Brasil será de aproximadamente 96.000 toneladas em 2005 (IBGE, 2002).

O presente trabalho teve como objetivo determinar a composição bromatológica e a digestibilidade de silagens do resíduo do fruto de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims) puras e em mistura com bagaço de cana, casca de café e sabugo de milho, em diferentes proporções.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Ao se avaliar um alimento alternativo, com o objetivo de utilizá-lo na alimentação animal, deve-se levar em consideração algumas variáveis que são importantes na constituição nutritiva de um alimento, como: teores de matéria seca, proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo, teores de carboidratos solúveis e estruturais (fibra bruta), bem como a sua digestibilidade e o aproveitamento pelos animais.

2.1 Subprodutos como fontes de fibras não forrageiras (FFNF)

Subprodutos agroindustriais representam fontes valiosas de proteína, energia e fibra para a indústria de produção animal (NRC, 1989). Tradicionalmente, os subprodutos têm sido utilizados como suplementos energéticos e ou protéicos, embora o valor desses alimentos como FFNF venha sendo pesquisado recentemente (Mertens, 1997; Pereira et al., 1999; Allen & Grant, 2000; Slater et al., 2000). O uso de subprodutos para atender às exigências de fibra representa uma opção importante para rações cujo balanceamento pode ser limitado pela quantidade ou qualidade das forragens disponíveis.

A alta capacidade dos ruminantes de digerir alimentos ricos em fibras torna esses animais capazes de consumir dietas formuladas com fontes de fibras não forrageiras (FFNF) (Armentano & Pereira, 1997) ou subprodutos de plantas utilizadas para o consumo humano. A utilização de FFNF é uma maneira de integrar a produção animal a outras atividades agrícolas.

As FFNF são freqüentemente adicionadas à dieta para substituir parte da FDN de forragem (FDNF). O NRC (1989) sugere que 75% da fibra deve ser

fornecida a partir de forragens, o que equivale a 21% de FDNF na MS. Quando FFNF são incluídas na dieta, a porcentagem de FDN total pode ser mantida em 28%, mas a FDNF pode ser inferior a 21% da MS.

Os resultados da inclusão de FFNF sobre o consumo de MS têm sido variáveis. Cunningham et al. (1993) notaram redução linear no consumo de MS quando 25 e 50% da MS da silagem de milho foi substituída por FDN de casca de soja e a porcentagem de FDNF foi reduzida de 25,2 para 14,2% da MS. Os autores concluíram que a redução de consumo podia ser atribuída ao tamanho menor de partícula da casca de soja, quando comparada à silagem de milho.

Depies & Armentano (1995) não observaram alterações no consumo de MS quando a FDN de sabugo de milho ou de farelo de trigo foi utilizada para substituir a FDN de silagem de alfafa em dietas com 14,7% de FDNF. Em uma revisão sobre a utilização de FFNF, Firkins (1997) sugere que para alcançar o consumo máximo de MS, dietas de vacas em lactação que incluem FFNF devem ser balanceadas com 25 a 35% de FDN total, 14 a 16% de FDNF e 33 a 40% de carboidratos não fibrosos (CNF).

Clark & Armentano (1997) observaram que o consumo de MS aumentou quando quantidades adicionais de fibra de caroço de algodão, resíduo de destilaria e farelo de trigo foram incluídas em uma dieta com 12% de FDNF.

A FDN de vários subprodutos é potencialmente mais digestível no rúmen do que a FDNF. Como exemplo, a digestibilidade ruminal da FDN da polpa de beterraba e do resíduo de destilaria desidratado tem sido estimada em 68,9 e 71,6%, respectivamente, enquanto as FDN da alfafa e da silagem de milho têm digestibilidades ruminais estimadas de 30,9 a 62,5% e de 23,8 a 58,4%, respectivamente (Firkins, 1997). Assim, existe potencial para aumentar a digestibilidade ruminal e de trato total da FDN quando FFNF substituem forragens em dietas de vacas em lactação. Por outro lado, a taxa de digestão da FDN de FFNF no rúmen é semelhante ou inferior à de forragens e, além disso,

essa fonte de fibra tem tamanho menor de partículas e gravidade específica maior (Bhatti & Firkins, 1995; Firkins, 1997). A combinação desses fatores (taxa de digestão, tamanho de partícula e gravidade específica) contribui para uma taxa de passagem mais rápida dos subprodutos do que das forragens.

Como digestão e passagem são processos que competem entre si, as FFNF devem ser retidas no rúmen para aumentar a digestibilidade ruminal de FDN. Em decorrência do fato da taxa de passagem das FFNF ser mais rápida pelo rúmen, a excreção de FDN potencialmente digestível frequentemente aumenta quando FFNF são utilizadas para substituir FDN da forragem (Firkins, 1997). Mais estudos são necessários para medir a taxa de passagem de FFNF sob diferentes condições de alimentação. No rúmen, as interações que ocorrem entre FFNF e forragens podem aumentar a digestibilidade da FDN.

2.2 O maracujá

O maracujazeiro é originário da América Tropical, compreendendo mais de 150 espécies da família *Passifloraceae* utilizadas para o consumo humano. O Brasil é o maior produtor mundial e apresenta uma produção de 480 mil toneladas. O maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims) corresponde a cerca de 95% desses plantios e o maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander), a apenas 5% do total. O estado da Bahia é o principal produtor, seguido dos estados de Espírito Santo, São Paulo, Sergipe e Minas Gerais (IBGE, 2002).

2.3 O resíduo do maracujá

2.3.1 Composição físico-química do maracujá

Segundo Pruthi (1963), citado por Pizza (1966), e Sjostron & Rosa (1977), a utilização do maracujá na produção industrial de suco resulta em

grandes quantidades de resíduos, constituídos de casca e sementes, e representam, em média, 65 a 70% do fruto, conforme a variedade. Já o resíduo em si tem, aproximadamente, 90% de cascas e 10% de sementes.

Otagaki & Matsumoto (1958) e Sjostron & Rosa (1977) verificaram que os frutos de maracujá apresentam, em média, a seguinte composição: suco, 34,02%; sementes, 12,38% e casca, 53,6%. A casca contém de 10 a 12% de pectina, cuja qualidade é equivalente à encontrada nos citrus.

A parte aproveitável do maracujá para se fazer o suco é a polpa, que representa apenas 33% do fruto. A casca, composta predominantemente de um tecido esponjoso e que é facilmente desidratada, ocupa quase 60% do peso do maracujá. O restante, cerca de 7% a 8%, é de sementes. O resíduo que pode ser usado na alimentação animal é formado por dois terços do fruto (Bertipaglia et al., 2000).

A composição bromatológica do resíduo do fruto de maracujá citada por Reis et al. (1993), é de 19,00, 10,50, 59,50 e 53,37%, respectivamente, para MS, PB, FDN e FDA.

Já para a silagem de maracujá, Santos (1995) encontrou 21,97% de MS; 14,30% de PB; 12,14% de EE; 60,77% de FDN; 58,56% de FDA; 0,25% de Ca; 0,15% de P e 5004,58 kcal/kg de EB.

2.3.2 Resíduo do maracujá na alimentação animal

O uso da casca de maracujá desidratada na alimentação animal foi relatada por Otagaki (1956) no preparo de rações para suínos em crescimento e engorda, sendo satisfatória até o nível de 4% na ração.

Martina (1932), citado por Otagaki (1956), relata que o maracujazeiro é rico em glicose e seus frutos não apresentam taninos, mesmo quando verdes.

Em um dos primeiros trabalhos realizados por Otagaki e Matsumoto (1958), com vacas de leite, os autores recomendaram mais estudos para que uma avaliação mais completa do resíduo de maracujá fosse feita, uma vez que o mesmo possui potencial como alimento para ruminantes.

Ariki et al. (1977) utilizaram a casca de maracujá desidratada, em níveis que variaram de 4 a 8%, como complementação em rações isoprotéicas e isocalóricas na alimentação final para frangos de corte.

Medina (1980) ressaltou a importância da casca de maracujá na alimentação de bovinos e suínos, permitindo a incorporação de níveis relativamente altos de melaço à ração.

Reis et al. (1993), ao utilizarem o resíduo de maracujá puro na forma de silagem, na alimentação de ovinos, verificaram que os animais não apresentaram desempenho satisfatório, porém, quando misturado com capim-elefante, em diferentes proporções, observaram que esse resíduo é uma alternativa viável como alimento para ruminantes.

De maneira semelhante, Santos (1995), ao utilizar o mesmo resíduo em misturas com palha de feijão e bagaço de cana, observou bons resultados em termos de utilização por ovinos, embora os resultados da digestibilidade aparente tenham sido melhores para o resíduo puro.

Segundo Bertipaglia et al. (2000), em estudo realizado com resíduos do suco de maracujá para o uso racional de resíduos da agroindústria na nutrição animal, são necessárias pesquisas mais detalhadas para o conhecimento do seu valor nutritivo.

2.4 Processo de ensilagem

2.4.1 Matéria seca, carboidratos solúveis e poder tampão

Silagem é o alimento volumoso produzido pela fermentação da massa verde por bactérias ácido-láticas nela presentes. A preservação depende basicamente de dois fatores: pH controlado para inibir as bactérias do gênero *Clostridium* e outros microrganismos anaeróbicos detrimenares e condições anaeróbicas para prevenir o crescimento de microrganismos de deterioração aeróbica, como leveduras e fungos filamentosos (Muck, 2001).

O teor de umidade determina os problemas potenciais que podem ser encontrados no processo de ensilagem. Segundo Muck (2001), o teor de MS pode variar de 30 a 50%, sendo que, em silagens com teor menor que 30%, as perdas por efluente e fermentação por clostrídios são significativas e, com teores maiores que 50%, ocorrem danos por calor e deterioração devido à dificuldade de compactação.

Em silagens, a contaminação por clostrídios ocorre, principalmente, pelo solo, visto que a contagem de clostrídios em material fresco é geralmente muito baixa (McDonald, 1981). Segundo Bolsen (1995), o crescimento de clostrídios é raro em culturas ensiladas com teores de umidade menores que 65% (teores de MS superiores a 35%). Em silagens com teor de umidade de 70% ou mais (menos de 30% de MS), a única prática capaz de prevenir o crescimento de clostrídios é o abaixamento do pH a valores menores que 4,6. O pH crítico para inibir o crescimento clostridial varia com o tipo de cultura e com o seu teor de MS. À medida que aumenta o teor de MS, aumenta o pH crítico, sendo que, para um mesmo teor de MS, esse valor de pH é sempre mais baixo para gramíneas do que para leguminosas (Muck, 2001). O poder tampão também assume um importante papel nesse processo. Quanto mais alto o poder tampão, mais ácido

deverá ser produzido para baixar o pH a um nível crítico para inibição dos clostrídios (McDonald, 1981).

Os principais carboidratos solúveis presentes em culturas forrageiras são frutose, glicose, sacarose e frutanas (Woolford, 1984). O teor de carboidratos solúveis das plantas forrageiras por ocasião da ensilagem é um outro fator fundamental para que os processos fermentativos se desenvolvam de maneira eficiente (Vilela, 1997).

As bactérias ácido-láticas são os mais importantes microorganismos para a preservação da silagem, fermentando açúcares a ácido lático. Os açúcares são o principal substrato para as bactérias ácido-láticas produzirem os ácidos, conseqüentemente reduzindo o pH e preservando o material ensilado (Bolsen, 1995).

O poder tampão de uma forragem representa sua capacidade de resistir às variações de pH. A maior parte das propriedades tamponantes das forragens pode ser atribuída aos ânions (sais, ácidos orgânicos, ortofosfatos, sulfatos, nitratos e cloretos), com somente 10 a 20% resultantes da ação de proteínas vegetais. A razão entre carboidratos solúveis e poder tampão é de fundamental importância no processo de ensilagem. Quando essa razão diminui, um aumento mínimo no teor de MS é requerido para evitar fermentações indesejáveis no interior do silo (Vilela, 1997).

A ensilagem de plantas que apresentam teor de MS inferior a 21%, carboidratos solúveis inferiores a 2,2% na massa verde e baixa relação entre carboidratos solúveis e poder tampão, apresenta riscos de fermentações secundárias maiores, tornando-se imprescindível o uso de recursos que, de alguma forma, modifiquem estas condições (Weibback et al., 1974 e Wilkinson et al., 1982, citados por Vilela, 1997). Catchpoole & Henzel (1971) recomendam teores de carboidratos solúveis entre 13 e 15%. Quanto maior for o teor de

carboidratos solúveis, mais ácido será formado e, portanto, mais rápida e intensa será a acidificação.

Segundo Bolsen (1995), as perdas de nutrientes (matéria seca) abrangem duas categorias: 1) inevitáveis e 2) evitáveis. As perdas inevitáveis incluem perdas no campo e aquelas oriundas da respiração das plantas e da fermentação principal; já as perdas evitáveis incluem aquelas do efluente, de fermentações secundárias e deterioração aeróbia. Segundo esse autor, estimativas variando de 5 a 15% (perdas inevitáveis) são normalmente registradas.

2.4.2 Ácidos orgânicos, pH e nitrogênio amoniacal

As variáveis normalmente utilizadas para a avaliação da qualidade de uma silagem são o índice de pH, os ácidos orgânicos e o nitrogênio amoniacal.

Os ácidos orgânicos mais importantes são o láctico, o acético e o butírico (Consentino, 1978). Estes ácidos, principalmente o ácido láctico, protege o nitrato do ataque dos clostrídios. Já a presença de ácido butírico é indicadora do crescimento dos mesmos (Ruiz, 1992). O ácido láctico é um ácido muito mais forte que o acético e reduz o pH mais rapidamente. Altos teores de ácido acético podem reduzir o consumo da silagem por bovinos de corte e leite (Bolsen, 1995), porém alguns autores reconhecem a importância do ácido acético na conservação de silagens de capim-elefante (Andrade, 1995). Silagens de boa qualidade devem apresentar um teor elevado de ácido láctico, além de apresentar ampla relação entre o ácido láctico e os demais ácidos orgânicos (Consentino, 1978). Para McDonald (1981), uma concentração mínima de 3% de ácido láctico é indicativo de silagem de boa qualidade.

A amônia (NH_3) também constitui um indicador de qualidade da silagem. Ela pode ser produzida pela hidrólise de proteínas pelas proteases vegetais e também pelos clostrídios, que podem causar fermentação secundária,

degradando aminoácidos a aminas e amônia (Bolsen, 1995). Com exceção das plantas que contêm componentes que inibem a proteólise, a quantidade desta durante a ensilagem de muitas leguminosas e gramíneas C₃ e C₄ é razoavelmente explicada pelo nitrogênio total e pelo teor de MS da cultura, aumentando com a elevação do teor de nitrogênio total e diminuindo com o aumento do teor de MS (Muck, 2001).

Silveira (1975) já preconizava que uma silagem é considerada de boa qualidade quando o pH é igual ou menor que 4,2, a concentração de ácido butírico menor que 0,2% e a de amônia igual ou inferior a 8%.

2.5 Aditivos na ensilagem

McDonald et al. (1991) definem aditivo como qualquer material adicionado à forragem no momento da ensilagem, apresentando as seguintes funções: a) estimular ou inibir a fermentação; b) inibir a deterioração aeróbica; c) nutrientes – para melhorar o valor nutritivo da silagem e d) absorventes – para reduzir perdas de nutrientes por efluentes.

O problema do excesso de umidade da forragem para a ensilagem, quando a planta tem alto valor nutritivo, tem merecido a atenção de muitos pesquisadores. O teor de umidade de uma planta forrageira pode ser reduzido pelo emurchecimento e pela inclusão de aditivos com teores elevados de MS ou, ainda, atrasando-se o momento do seu corte, o que é nutricionalmente desaconselhável (Vilela, 1997). Um entrave para a prática do emurchecimento é a necessidade de máquinas específicas para o recolhimento do material, principalmente o emurchecido e a dependência de condições climáticas favoráveis para tal (Faria, 1986).

Aditivos em silagem têm sido empregados para reduzir os riscos do processo de ensilagem, reduzindo as perdas de MS, melhorando a qualidade

higiênica da silagem, limitando as fermentações secundárias, melhorando a estabilidade aeróbia e aumentando o valor nutritivo da silagem produzida (Henderson, 1993). Segundo Corrêa et al. (2001), os aditivos podem ser divididos em três categorias principais: estimulantes da fermentação (tais como enzimas e inoculantes bacterianos), inibidores de fermentação (tais como ácidos orgânicos e inorgânicos) e substratos ou fontes de nutrientes (tais como melaço, casca de café, bagaço de cana, sabugo de milho, etc.). Estes últimos podem agir também como estimulantes de fermentação e absorventes.

2.6 A casca de café

A cafeicultura dá origem a um volume elevado de resíduos, principalmente a casca de café. Assumindo que a relação entre grãos e a casca de café seja 1:1 (Bartholo et al., 1989), a produção da casca de café em Minas Gerais, na safra 2002/2003, foi de cerca de 1.440 mil toneladas. Pequena parte dessa casca retorna à lavoura como composto orgânico e o restante é perdido. A crescente preocupação com problemas ambientais tem levado a um aumento do interesse sobre a destinação desses resíduos gerados do processamento agroindustrial do café, cuja utilização tem sido objeto de vários estudos (Vegro & Carvalho, 1994).

2.6.1 Características físicas e valor nutricional da casca de café

O fruto do café é composto pelo endosperma (grão), endocárpio (pergaminho), mesocárpio (casquinha mucilaginosa), esocárpio (polpa) e o epicárpio (casca) (Bressani, 1978).

De acordo com a forma de beneficiamento do café, originam-se diferentes resíduos. O beneficiamento por via seca dá origem à casca e ao pergaminho, enquanto que por via úmida, no qual o fruto é despulpado antes da

secagem, os subprodutos formados são a polpa e a mucilagem (Vegro & Carvalho,1994). Assim, a casca de café pode ser utilizada sem qualquer processamento, enquanto a polpa necessita ser desidratada ou ensilada. A casca de café melosa é a casca da qual é retirado o pergaminho. O pergaminho representa, em média, 32,4% da casca, com teores de FDN e FDA em torno de 84% e 74%, respectivamente. Parece que existe efeito da variedade de café sobre o teor fibroso do pergaminho (Teixeira, 1999). A casca de café caracteriza-se por ser um alimento fibroso, com teores de proteína bruta semelhante aos do milho e aos da polpa de citros. Contém, em média, 21% de carboidratos não fibrosos que, provavelmente, são constituídos de pectina, que é um carboidrato com alta taxa de degradação no rúmen (Bem-Guedalia et al., 1989).

A maioria das pesquisas tem sido realizada utilizando-se a polpa de café. Caielli (1984) afirma, entretanto, que a composição química de ambas se assemelham. Quando considerados isoladamente, a composição química e os valores energéticos apresentados na literatura são bastante variáveis, provavelmente devido a inúmeros fatores, tais como diferenças entre cultivares, fertilidade do solo, condições climáticas, entre outros.

2.7 O bagaço de cana

Em Minas Gerais, a produção de aguardente de cana é bastante generalizada, principalmente por pequenos e médios proprietários rurais (Sales, 2001). No estado, existem 8.466 alambiques de cachaça, 62,7% deles nas regiões mais pobres (Sebrae, 2001). É uma atividade que gera abundante oferta de subprodutos e resíduos, como bagaço e pontas da cana, que apresentam potencial de uso na alimentação animal.

Tal atividade pode se integrar com outras, como, por exemplo, a bovinocultura (Rodrigues Filho & Oliveira, 2002) visando o aumento da renda do produtor e resolvendo os problemas de poluição e de destino do bagaço.

O processo de moagem da cana-de-açúcar na indústria sucro-alcooleira visa a máxima extração do conteúdo celular rico em açúcares. A cana é submetida à moagem, sucessivas prensagens e, simultaneamente, abundante lavagem para extração das substâncias solúveis liberadas (Burgi, 1985). Nas pequenas indústrias de aguardente, as moendas utilizadas extraem cerca de 60% do total contido na cana (Sales, 2001), podendo-se esperar que esse bagaço contenha um teor de açúcar residual alto e, conseqüentemente, maior valor energético para ruminantes (Barcelos & Rezende, 2002).

O bagaço de cana é pobre em proteína e energia e apresenta um elevado teor de MS, fato que possibilita a sua ensilagem em misturas com outros alimentos com elevado teor de umidade (Prates & Lebouté, 1980).

A composição química do bagaço de cana pode apresentar variações, dependendo, principalmente, da variedade de cana da qual é obtido e do processo de moagem. De acordo com Mattos (1987), a composição média do bagaço de cana está assim representada: de 1,0 a 2,0% de PB; 0,1 a 0,3% de EE; 84 a 88% de FDN, 58 a 62% de FDA e 2 a 4% de cinzas. Segundo Evangelista (2001), a composição química do bagaço da cana utilizada na fabricação da cachaça de alambique é definida por teores médios de MS de 50,6%; PB de 2,4%; FB de 34,5%; EE de 1,3%; FDN de 78,5% e FDA de 59,0%.

2.8 O sabugo de milho

Nos últimos anos, a produção de milho no Brasil tem girado em torno de 35 milhões de toneladas de grãos. Segundo Bose & Martins Filho (1984), os grãos de milho respondem por 50% do peso da planta; por essa afirmativa, pode-

se estimar que os mesmos 35 milhões de toneladas produzidos de grãos correspondem à mesma quantidade de palhada. Esses mesmos autores também apontam que, retirados os grãos, a palhada compõe-se de 49,3% de colmo, 20,6% de folha, 19,1% de sabugo e 11% de brácteas (palha da espiga).

Existe grande número de subprodutos do milho, alguns com características energéticas, outros com características protéicas.

Segundo Cappelle (2000), o sabugo de milho apresenta a seguinte composição química: 87,57% de MS; 2,89% de PB; 0,49% de EE; 33,67% de FB; 1,52% de MM; 58,98% de ENN; 4,24 Mcal/kg de EB; 0,35 Mcal/kg de ED; 0,29 Mcal/kg de EM; 0,06% de Ca; 0,04% de P; 94,62% de carboidratos totais.

2.9 Digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS)

A digestibilidade refere-se, geralmente, aos nutrientes do alimento que, quando atacados e desdobrados no trato digestivo pelas enzimas ou pela microflora, são absorvidos pelo organismo. É também um dos parâmetros que, juntamente com a composição química e o consumo da matéria seca, são levados em consideração para definir o valor nutritivo das plantas forrageiras (Minson, 1990).

Na silagem, a digestibilidade é influenciada pelas características da forragem, no momento do armazenamento e por mudanças que ocorrem durante a fermentação (McDonald, Handerson & Heron, 1992). De acordo com Hanna, Monson & Gaines (1981), a digestibilidade de uma forrageira está inversamente relacionada ao seu conteúdo de lignina.

Para Ojeda (1998), com exceção da digestibilidade da fibra, os outros indicadores nutricionais tendem a ser inferiores em silagens quando comparados

com os mesmos das forragens verdes. Entretanto, os valores de digestibilidade são muito próximos, quando a conservação ocorre de forma apropriada.

De acordo com Palmquist & Jenkins (1980), o excesso de lipídeos na dieta promove o envolvimento físico da fibra e impede o ataque microbiano e a formação de complexos insolúveis de cátions, modificando o pH e a microbiota ruminais, reduzindo a DIVMS.

A digestibilidade *in vitro* tem sido utilizada extensivamente nas análises de alimentos, já que apresenta uma alta correlação com a digestibilidade *in vivo* (Silva, 1990).

Diversos compostos secundários influem sobre o lugar, a velocidade e a taxa de digestão dos carboidratos, entre os quais estão a lignina e compostos fenólicos simples, alcalóides, taninos (hidrolizáveis ou condensados), cutina, sílica, compostos estrogênicos e cianureto (Fahey & Berger, 1993; Van Soest, 1994).

Portanto, o estudo sobre a utilização dos diferentes subprodutos da agroindústria ainda gerará muitos trabalhos de pesquisa, uma vez que muitos problemas da utilização dos mesmos necessitam ser elucidados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período experimental

O trabalho foi realizado nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, de julho a setembro de 2003.

O experimento iniciou-se no dia 4 de julho de 2003, com o enchimento dos silos experimentais. A abertura dos silos para análises químicas ocorreu no dia 12 de setembro do mesmo ano; portanto, o material permaneceu ensilado durante 70 dias.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial [(3 x 4) + 1], sendo três aditivos, quatro doses de cada aditivo e um tratamento adicional (testemunha).

As análises para este experimento obedeceram ao seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + N_j + AN_{ij} + e_{ijk} \text{ onde:}$$

Y_{ijk} = observação da parcela que recebeu o aditivo i , no nível j , na repetição k ;

μ = média geral;

A_i = efeito do aditivo i , sendo $i = 1, 2, 3$;

N_j = efeito do nível j , sendo $j = 1, 2, 3, 4$;

AN_{ij} = efeito da interação entre o aditivo i e o nível j ;

e_{ijk} = erro experimental associado a cada observação que recebeu o aditivo i , o nível j na repetição k ;

3.3 Tratamentos

O experimento constou de treze tratamentos, descritos a seguir:

- I- 100% resíduo de maracujá
- II- 90% resíduo de maracujá + 10% bagaço de cana
- III- 90% resíduo de maracujá + 10% casca de café
- IV- 90% resíduo de maracujá + 10% sabugo de milho
- V- 85% resíduo de maracujá + 15% bagaço de cana
- VI- 85% resíduo de maracujá + 15% casca de café
- VII- 85% resíduo de maracujá + 15% sabugo de milho
- VIII- 80% resíduo de maracujá + 20% bagaço de cana
- IX- 80% resíduo de maracujá + 20% casca de café
- X- 80% resíduo de maracujá + 20% sabugo de milho
- XI- 75% resíduo de maracujá + 25% bagaço de cana
- XII- 75% resíduo de maracujá + 25% casca de café
- XIII- 75% resíduo de maracujá + 25% sabugo de milho

3.4 Resíduos agroindustriais

Na confecção das silagens foram utilizados os resíduos industriais de maracujá, resultantes da extração do suco, composto de casca e sementes, provenientes da Indústria Bela Ischia, localizada na cidade de Astolfo Dutra, Zona da Mata de Minas Gerais.

Os outros resíduos (bagaço de cana, sabugo de milho e casca de café) constituem sobras de culturas e foram obtidos em propriedades rurais no município de Rio Pomba, MG.

3.5 Preparo das misturas para ensilagem

O bagaço de cana, obtido em alambique de cachaça, passou por um pré-murchamento e, em seguida, foi picado em picadeira eletromecânica, antes de ser ensilado. O sabugo de milho também passou por tratamento físico, sendo triturado em triturador de milho. A casca de café e o resíduo de maracujá (casca + sementes) não sofreram nenhum processo de trituração mecânica.

Os resíduos foram ensilados em silos de PVC com diâmetro de 10 cm e altura de 50 cm, adaptados com válvula tipo Bunsen, com capacidade aproximada de 4,0 kg de silagem.

Durante a ensilagem, os materiais originais foram pesados para a determinação da densidade média e amostras aleatórias foram coletadas. Uma parte foi conservada em freezer e a outra parte foi levada para a estufa de ventilação forçada, a 65°C por 120 horas, para determinação da MS prévia, moída e armazenada para análises posteriores.

A compactação da massa ensilada foi realizada manualmente, utilizando-se um dispositivo adaptado (barra de ferro) e, após a total compactação, os silos foram fechados e acondicionados em local de temperatura ambiente e sob proteção da luz solar e chuvas.

3.6 Condução do experimento

O material permaneceu ensilado por 70 dias. Em seguida, os silos foram abertos e foram retiradas duas amostras de cada um, tomando-se o cuidado de desprezar as extremidades da silagem. Dessas amostras, uma foi pesada e levada

para estufa de ventilação forçada a 65°C por 120 horas para determinação da MS e a outra foi colocada em sacos plásticos devidamente identificados e congelados. No momento da abertura de cada silo, foi retirada uma amostra de 10 g de silagem para se proceder a leitura do pH, por meio de um potenciômetro Beckman Expandomatic SS-2.

As amostras, após a pré-secagem, foram pesadas e, em seguida, moídas em moinhos tipo Willey, utilizando-se peneira com malha de 2 mm e estocadas em potes plásticos devidamente identificados para se proceder às análises.

3.7 Variáveis avaliadas

3.7.1 Análises químicas e bromatológicas

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras.

Foram analisadas as amostras dos resíduos puros, das misturas antes da ensilagem e silagens prontas.

Os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), foram determinados conforme os métodos recomendados pela A.O.A.C. (1990). Os teores de cálcio (Ca) foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica e os de fósforo (P) pelo método colorimétrico, empregando-se o colorímetro “Spectronic 20”, de acordo com Braga e Defelipo (1974).

A fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose e lignina foram determinadas segundo a metodologia descrita por Silva (2004).

A energia bruta (EB) foi determinada em calorímetro de PAAR e o pH, pelo uso do potenciômetro, segundo Silva (1990).

Das amostras congeladas foi extraído o suco, com prensa hidráulica, para a determinação do teor de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total [N-NH₃ (%N total)] (AOAC, 1990).

3.8 Ensaio de digestibilidade *in vitro*

A digestibilidade *in vitro* da MS foi determinada de acordo com o método de duas etapas de Tilley & Terry (1963).

3.8.1 Animal doador do conteúdo ruminal

Foi utilizado um bovino da raça Jersey com fístula ruminal permanente, o qual permaneceu em piquete contendo cocho de alimentação, bebedouro e cocho para sal mineral.

3.8.2 Período de adaptação

Para adaptar o animal doador do conteúdo ruminal, foram fornecidos 1,0 kg de fubá de milho juntamente com silagem de resíduo do fruto de maracujá, *ad libitum*, em duas refeições diárias, durante 15 dias, além de água e mistura mineral à vontade.

3.8.3 Coleta do conteúdo ruminal

Após o término do período de adaptação, procedeu-se à coleta do conteúdo ruminal, no período da manhã e antes da primeira refeição, após jejum prévio de 12 horas.

O conteúdo foi retirado manualmente, procedendo-se a filtragem em camada dupla de gaze, por pressão manual. O líquido foi acondicionado em garrafa térmica previamente aquecida à temperatura de 39°C. Esta foi

encaminhada imediatamente ao Laboratório de Nutrição Animal para a realização dos ensaios de digestibilidade *in vitro*.

3.9 Análise estatística dos dados

Os dados experimentais foram analisados estatisticamente pelos procedimentos de análise de variância, por meio do programa estatístico Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados (SISVAR), desenvolvido por Ferreira (2000).

O estudo comparativo das médias dos tratamentos foi realizado pelo teste de Student-Newman-Keuls, a 5% de probabilidade. Para os fatores níveis de aditivos e desdobramento da interação aditivos x níveis, foi efetuado o estudo de regressão quando ocorreu significância no teste F.

O estudo do tratamento adicional foi realizado segundo o trabalho desenvolvido por Yassin (2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição bromatológica dos aditivos

Os resultados referentes à composição bromatológica dos aditivos estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), lignina (LIG), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), cálcio (Ca) e fósforo (P) na MS dos aditivos bagaço de cana (BC), casca de café (CC) e sabugo de milho (SM) antes da ensilagem

Aditivos	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	CEL (%)	LIG (%)	EE (%)	EB (Kcal/kg)	Ca (%)	P (%)
BC	69,15	2,63	83,10	52,44	38,28	13,69	1,39	4169,65	0,06	0,08
CC	89,44	10,20	73,15	51,16	39,21	10,80	1,37	4172,68	0,31	0,16
SM	91,73	2,40	92,20	46,44	28,99	16,04	0,53	4091,98	0,22	0,06

Os teores de MS encontrados para o bagaço de cana, casca de café e sabugo de milho foram superiores aos valores encontrados por Barcelos (2000) e Evangelista (2001), iguais a 50,6% e 88,4%, respectivamente, para o bagaço de cana e para a casca de café; e por Cappelle (2000), 87,57%, para o sabugo de milho.

Quanto ao teor de PB, observou-se, para o bagaço de cana, um valor próximo ao encontrado por Evangelista (2001) (2,4%). Santos (1995) determinou, para o bagaço de cana, a seguinte composição química: MS=74,36%; PB=2,17%; FDN=70,09%; FDA=52,28%; EE=2,48%; Ca=0,11%; P=0,04% e EB=4160,35 Kcal/kg. Observa-se que os valores de FDA e EB

encontrados nesta pesquisa para o bagaço de cana estão próximos aos encontrados por Santos (1995). Mattos (1987) relatou que os teores médios de FDN e EE do bagaço de cana são de 84 a 88% e 0,1 a 0,3%, respectivamente. Também, os valores de cálcio foram inferiores e os de fósforo superiores aos encontrado por Santos (1995) (Tabela 1).

O aditivo sabugo de milho apresentou um teor de PB um pouco mais baixo do que o valor encontrado para o bagaço de cana. Cruz (1992) encontrou, para o sabugo de milho, a seguinte composição bromatológica: 42,8% de FDA; 37,7% de CEL; 7,3% de LIG; 0,03% de Ca e 0,05% de P. Nota-se que o valor de lignina é superior ao encontrado por Cruz (1992), conforme Tabela 1.

A casca de café apresentou um teor de PB mais alto que os demais aditivos utilizados e semelhante aos valores relatados por outros autores (Teixeira, 1999; Barcelos, 2000 e Souza et al., 2003). Segundo Souza et al. (2003), a casca de café apresenta 52,74% de FDN; 39,85% de FDA e 8,69% de LIG. Ao analisar a Tabela 1, verifica-se que os valores de FDN, FDA e LIG da casca de café são superiores aos encontrados por Souza et al. (2003). Ribeiro Filho (1998) realizou um levantamento sobre a composição química da casca de café obtida por vários pesquisadores e encontrou valores médios para FDN de 52,25%; FDA de 42,77%; CEL de 28,35%; LIG de 11,53%; EE de 3,7%; Ca de 0,26% e de 0,10% de P.

As diferenças observadas nos valores descritos na Tabela 1, em relação aos autores citados, podem ser decorrentes da época e umidade do ar, bem como do tempo e local de armazenamento dos resíduos agrícolas.

4.2 Composição bromatológica das misturas antes da ensilagem

Os resultados referentes à composição bromatológica do material original antes da ensilagem estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), lignina (LIG), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), cálcio (Ca) e fósforo (P) na MS das misturas antes da ensilagem

Trat.	MS	PB	FDN	FDA	CEL	LIG	EE	EB	Ca	P
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(Kcal/kg)	(%)	(%)
I	23,70	8,65	58,55	37,18	24,88	9,96	4,87	4477,37	0,19	0,13
II	20,11	10,24	62,61	45,17	33,31	11,02	8,45	4713,28	0,17	0,15
III	26,30	10,64	60,43	45,02	35,72	9,02	4,94	4764,12	0,23	0,17
IV	31,10	9,83	71,30	42,12	31,23	10,69	4,63	4671,65	0,14	0,14
V	22,46	9,54	64,38	48,90	37,43	11,19	7,98	4638,02	0,22	0,14
VI	31,03	10,96	62,14	47,17	38,93	9,14	4,66	4643,94	0,24	0,15
VII	33,71	8,74	75,45	43,17	30,70	9,11	4,19	4510,46	0,10	0,11
VIII	23,75	8,99	68,30	50,51	34,34	12,91	7,64	4397,15	0,17	0,13
IX	33,51	11,38	66,26	49,58	37,39	11,94	4,61	4435,79	0,25	0,16
X	37,53	7,79	80,76	44,25	30,82	8,92	3,15	4332,96	0,12	0,11
XI	25,61	8,68	72,85	51,16	31,19	13,15	7,12	4237,89	0,14	0,15
XII	36,69	11,64	68,72	51,07	37,59	12,09	4,34	4384,07	0,23	0,16
XIII	37,75	7,63	81,92	47,90	30,89	9,93	2,82	4177,19	0,07	0,11

Conforme pode ser observado, a adição dos aditivos no momento da ensilagem do resíduo do fruto de maracujá mostrou-se, em geral, ser uma técnica eficiente em elevar os teores de MS da massa ensilada. Portanto, ela cria condição propícia para a ocorrência de boa fermentação, caracterizada pela predominância da fermentação láctica, inibindo o possível desenvolvimento de

bactérias do gênero *Clostridium* (promotoras de fermentações butíricas) e perdas de nutrientes por efluentes. A elevação dos teores de MS é resultado, principalmente, dos altos teores de MS dos aditivos adicionados.

O elevado teor de matéria seca, além de contribuir para a conservação da massa ensilada, inibindo o desenvolvimento de microorganismos indesejáveis (Woolford, 1984), aumenta a concentração de nutrientes e o consumo destes pelos animais (Pizarro, 1978).

4.3 Características das silagens

As silagens experimentais apresentaram boas características, como odor agradável, coloração amarelada, cheiro característico do fruto, textura firme e ausência de fungos. Notou-se coloração escura nas silagens, onde houve adição de casca de café, fenômeno este mais acentuado na silagem de 75% de resíduo do fruto de maracujá + 25% de casca de café.

Os resultados referentes à composição bromatológica das silagens dos diferentes tratamentos estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), lignina (LIG), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), cálcio (Ca) e fósforo (P) na MS das silagens dos diferentes tratamentos

Trat.	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	CEL (%)	LIG (%)	EE (%)	EB (kcal/kg)	Ca (%)	P (%)
I	23,73	11,35	61,64	44,36	39,37	4,45	14,86	5321,60	0,13	0,21
II	19,31	9,61	66,61	48,44	35,60	11,97	7,28	4828,71	0,14	0,13
III	24,11	11,44	64,79	53,11	39,70	10,44	7,38	4850,97	0,19	0,14
IV	28,43	7,59	76,14	47,90	34,47	13,36	6,63	4729,74	0,07	0,11
V	21,56	9,29	69,80	51,15	37,48	13,18	7,13	4755,70	0,12	0,13
VI	28,81	11,86	66,58	54,83	40,42	10,58	6,67	4748,80	0,19	0,15
VII	31,39	7,02	78,42	48,37	31,33	14,47	4,81	4535,25	0,07	0,10
VIII	22,43	8,57	72,53	53,88	35,48	13,55	6,38	4552,43	0,13	0,12
IX	30,94	12,13	68,09	55,39	39,43	12,47	6,13	4676,08	0,23	0,16
X	34,75	6,26	82,34	48,40	32,30	15,23	3,59	4482,09	0,08	0,10
XI	26,40	8,09	75,64	54,48	34,19	13,80	6,20	4492,88	0,13	0,12
XII	33,93	12,39	71,36	57,99	39,45	12,56	5,66	4533,84	0,22	0,16
XIII	35,71	6,22	84,91	50,17	31,63	16,00	3,51	4352,19	0,09	0,11

4.3.1 Composição bromatológica

4.3.2 Teor de matéria seca (MS) das silagens

Foram encontradas diferenças significativas entre os aditivos e os níveis de adição ($P < 0,01$) (Tabela 1A). Os altos teores de matéria seca da casca de café e sabugo de milho (Tabela 1) aumentaram o teor de matéria seca das silagens, quando estes aditivos foram misturados. Comparando-se as médias dos três aditivos, verificou-se maior valor para o sabugo de milho (32,57%), seguido pela

casca de café (29,44%) e pelo bagaço de cana (22,42%), tendo os três aditivos diferido entre si ($P>0,05$) (Tabela 4).

TABELA 4. Teores de matéria seca (MS) das silagens de resíduo do fruto de maracujá com bagaço de cana, casca de café e sabugo de milho

Aditivo	MS (%)
Bagaço de cana	22,42 a
Casca de café	29,44 b
Sabugo de milho	32,57 c

Médias seguidas por mesma letra são estatisticamente iguais, pelo teste SNK, a 5% de probabilidade.

Não foi verificada interação significativa ($P>0,05$) entre aditivos e níveis de aditivos (Tabela 1A). Os aditivos mostraram o mesmo comportamento, de modo que, com o aumento dos níveis de adição de 10% para 25%, houve um incremento linear significativo ($P<0,01$) dos teores de MS das silagens de 24,20% para 32,09%, como pode ser observado na Figura 1.

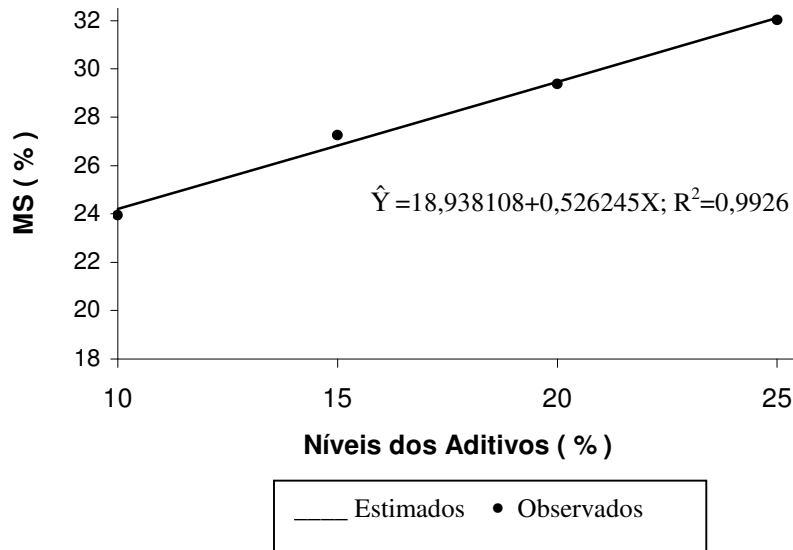


FIGURA 1. Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de matéria seca (MS) das silagens do resíduo do fruto de maracujá, em função dos níveis de adição dos aditivos.

Todas as silagens em que se adicionou bagaço de cana, bem como a silagem com 100% de resíduo de maracujá, apresentaram teor de MS inferior aos teores recomendados para uma boa silagem. Muck (1998) cita que o teor de MS da planta é um fator importante no processo de ensilagem e deve situar-se entre de 30 e 35% para que o alimento seja conservado. No entanto, Haigh (1998) considera um mínimo de 26% de MS em uma forrageira para que esta produza uma silagem de boa qualidade. Os teores de MS apresentados na Tabela 2 evidenciam que a baixa percentagem de MS apresentada pelo resíduo do fruto do maracujá no momento da ensilagem pode dificultar a obtenção de silagens de boa qualidade. No geral, a adição de bagaço de cana, casca de café e sabugo de milho aumentou o teor de matéria seca em relação ao resíduo de maracujá (Tabela 2).

Analisando-se o material antes de ensilar (Tabela 2) e depois de ensilado (Tabela 3), observa-se uma queda nos teores de matéria seca nas silagens contendo 10, 15, 20 e 25% de aditivos. As perdas coincidem com os comentários de Velloso (1975), quando trabalhou com material de alta umidade, acima de 70% e de Gordon et al. (1957) e Wittwer et al. (1958), também citados por Velloso (1975), quando trabalharam com material contendo de 77 a 85% de umidade. Na silagem de 100% de resíduo do fruto de maracujá, embora o teor de umidade tenha sido de 76,27%, a sua alta densidade e grande capacidade de retenção de líquidos não permitiram grande escoamento e, mesmo sendo comuns as perdas por fermentação ou por apodrecimento em qualquer silagem úmida, neste trabalho elas não foram expressivas. Nas silagens do resíduo do fruto de maracujá com aditivos, embora os valores de MS dos tratamentos em que se adicionou o bagaço de cana não estejam dentro do ideal, não foi observado escoamento de líquido.

Loures (2000), ensilando capim-elefante “Cameroon” com 13 e 25% de MS, observou que não houve produção de efluente na gramínea ensilada com maior teor de MS, enquanto a ensilagem da gramínea com 13% de MS provocou perdas significativas de MS e nutrientes, por meio do efluente produzido.

4.3.3 Teor de proteína bruta (PB) na MS das silagens

Com relação ao teor de PB, verificaram-se diferenças significativas entre os aditivos e níveis ($P < 0,01$), tendo a interação níveis x aditivos sido significativa ($P < 0,01$). Os resumos das análises de variância estão apresentados na Tabela 1A. O desdobramento da interação aditivos x níveis, analisando-se os níveis de adição dentro de cada aditivo, foi significativo ($P < 0,01$) para os três aditivos utilizados (Tabela 2A). Para os aditivos bagaço de cana e sabugo de milho, foi observado um decréscimo linear significativo ($P < 0,01$) no teor de PB

de 9,68 para 8,1% e 7,50 para 6,04%, respectivamente, à medida que se elevaram os níveis de adição de 10 para 25% (Figura 2). Na adição de casca de café foi observado um aumento linear significativo ($P<0,01$) no teor de PB de 11,49 para 12,42%, à medida que se elevaram os níveis de adição de 10% para 25% (Figura 2). Isto é explicado pelo teor mais elevado de PB da casca de café (10,20%) em relação ao sabugo de milho (2,40%) e bagaço de cana (2,63%).

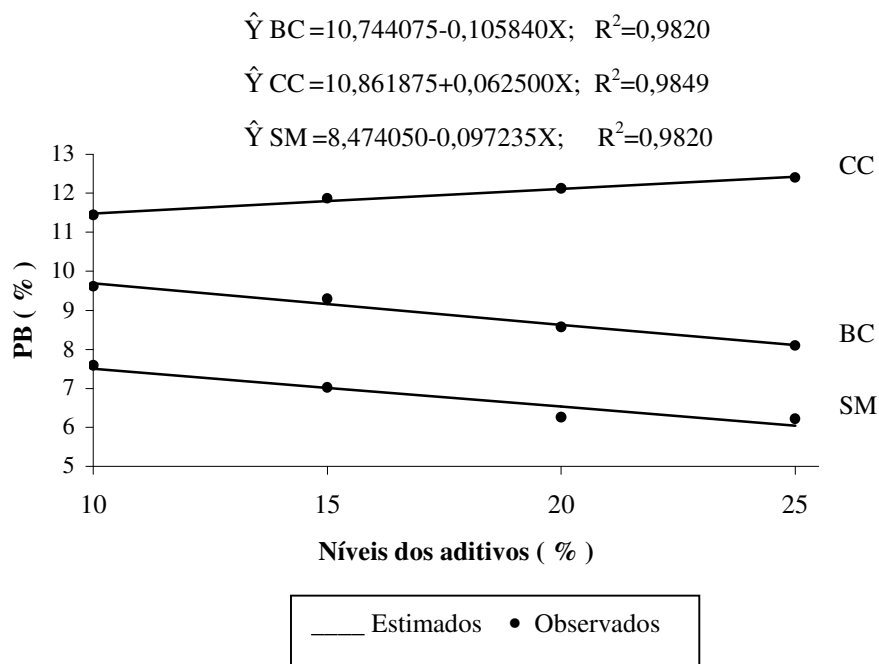


FIGURA 2. Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de proteína bruta (PB) das silagens do resíduo do fruto de maracujá em função dos níveis de adição dos aditivos bagaço de cana (BC), casca de café (CC) e sabugo de milho (SM).

Os aditivos bagaço de cana e sabugo de milho não devem ser usados na ensilagem com o intuito de aumentar o teor protéico, devido ao baixo teor de PB dos mesmos, podendo, como neste trabalho, causar uma redução do teor de PB da silagem.

Observou-se que todos os tratamentos em que houve adição do bagaço de cana e da casca de café apresentaram bons teores de proteína bruta, ao contrário dos resultados encontrados quando o aditivo utilizado foi o sabugo de milho (Tabela 3). No geral, as concentrações de proteína bruta na MS observadas neste trabalho estão acima do mínimo exigido pelos ruminantes, cujo valor é de 7% na dieta, conforme relatado por Church (1988). Este autor salienta, ainda, que esse valor está associado a uma melhor fermentação microbiana efetiva no rúmen dos animais. Notou-se, ainda, que nas silagens de 100% de resíduo do fruto do maracujá e nas silagens com bagaço de cana e casca de café, os teores de proteína bruta foram superiores aos valores observados por Pereira (1991) e Rezende, Evangelista e Bernardes (1999), com 8,17% e 7,8% de proteína bruta, respectivamente, quando trabalharam com silagens de milho.

Comparando-se os resultados referentes à PB, observa-se que em todas as silagens, exceto nas com 100% de resíduo do fruto do maracujá e naquelas em que se adicionou casca de café, houve tendência de perdas, coincidindo com os relatos de Brady (1960) e McDonald et al. (1962).

O teor de proteína bruta da silagem de 100% de resíduo de maracujá foi superior ao encontrado por Reis et al. (1993) e inferior ao observado por Santos (1995), que encontraram, respectivamente, 10,47 e 14,30%.

4.3.4 Teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) na MS das silagens

Observou-se efeito significativo ($P < 0,01$) da adição de bagaço de cana, casca de café e sabugo de milho nos teores de FDN e FDA das silagens estudadas. Os resumos das análises de variância para os teores de FDN e FDA estão apresentados na Tabela 3A.

Para os teores de FDN e FDA, houve interação significativa entre os diferentes aditivos e os níveis de adição correspondentes (Tabela 4A). Foi observado aumento linear significativo nos teores de FDN ($P < 0,01$) à medida que se aumentaram os níveis dos aditivos, como pode ser observado na Figura 3. Já em relação ao FDA, foi observado um aumento linear significativo ($P < 0,01$) à medida que se aumentaram os níveis de casca de café e sabugo de milho e um aumento quadrático quando se adicionou bagaço de cana (Figura 4).

A silagem pura de resíduo do fruto de maracujá apresentou menor teor de FDN e FDA na MS, quando comparada às silagens com aditivos, conforme se observa na Tabela 3.

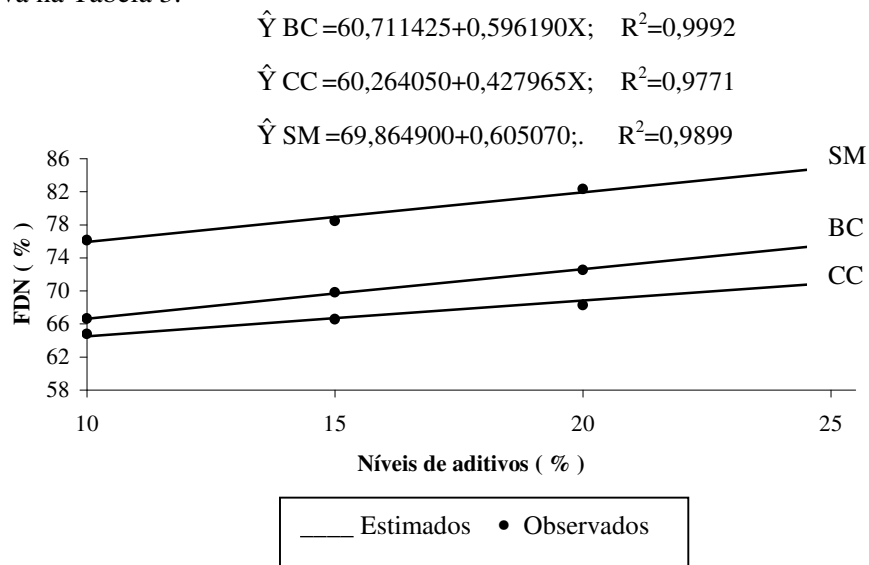


FIGURA 3. Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de FDN na MS das silagens do resíduo do fruto de maracujá em função dos níveis de adição dos aditivos bagaço de cana (BC), casca de café (CC) e sabugo de milho (SM).

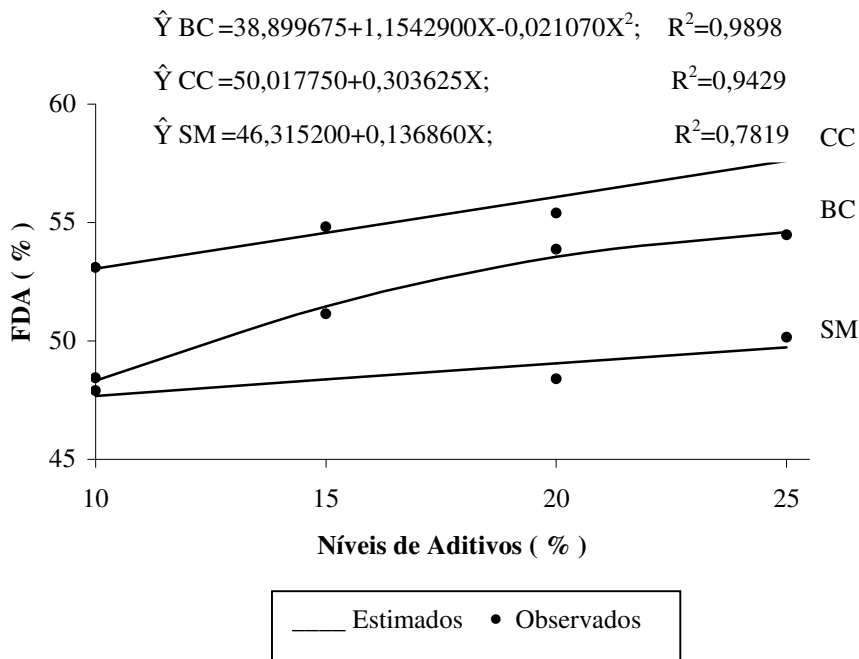


FIGURA 4. Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de FDA na MS das silagens do resíduo do fruto de maracujá em função dos níveis de adição dos aditivos bagaço de cana (BC), casca de café (CC) e sabugo de milho (SM).

À medida que aumentaram os níveis de adição de 10 para 25% foi observado um aumento de 8,94% nos teores de FDN quando se utilizou o bagaço de cana; de 6,42% quando se utilizou a casca de café e de 9,08% quando se utilizou o sabugo de milho. Nota-se que estes dois últimos aditivos mostraram um comportamento semelhante. Essa elevação nos teores de FDN das silagens com o aumento dos níveis dos aditivos é explicada pelo elevado teor de FDN na MS dos mesmos que é, para todos os aditivos utilizados, mais alto que o teor de FDN na MS do resíduo do fruto de maracujá (58,55%) (Tabelas 1 e 2).

Semelhantemente ao ocorrido com os valores de FDN, os de FDA na MS da silagem de resíduo do fruto de maracujá também se elevaram com o aumento dos níveis de adição, tendo, para o bagaço de cana, havido um aumento quadrático de 6,25%. Já para a casca de café e para o sabugo de milho, houve um aumento linear de 4,55% e 2,05%, respectivamente (Figura 4). Embora o aumento nos teores de FDA tenha ocorrido em proporções próximas para o bagaço de cana e para casca de café, estes teores foram sempre mais elevados quando se utilizou a casca de café (Figura 4). O aditivo sabugo de milho foi o responsável pelos menores teores de FDA na MS das silagens estudadas, comparando-se com o bagaço de cana e casca de café. Isso se deve ao menor teor de FDA do sabugo de milho (46,44%) em relação aos demais aditivos (Tabela 1).

Considerando-se as informações de Van Soest (1994), somente a silagem com 100% de resíduo do fruto de maracujá apresentou o teor de fibra em detergente neutro próximo de uma faixa desejável. Nas demais silagens, os teores foram superiores a 60%, sendo os valores mais altos nas silagens em que se adicionou sabugo de milho devido ao maior teor de fibra desse material. Já em consideração às observações de Mcgffey & Shingoethe (1980), citados por Almeida (1992), as silagens com 100% de resíduo de maracujá, 10% de bagaço de cana e 10, 15 e 20% de casca de café estão dentro de um padrão aceitável, pois esses autores sugerem níveis de 56,0% a 68% de FDN. Na silagem com 100% de resíduo do fruto de maracujá, o teor de FDN foi menor do que o encontrado por Bueno et al. (2001), que relataram valor de 62,61% para a silagem de milho e Pereira (1991), para silagem de sorgo, cujo valor foi de 68,3%.

De acordo com Van Soest (1994), teores de FDN superiores a 55-60% na matéria seca são negativamente correlacionados com o seu consumo e digestibilidade. Dessa forma, não existindo outros fatores envolvidos, as

silagens com menores proporções desse componente podem ser melhor consumidas e aproveitadas.

A fração FDA das forragens é constituída, principalmente, pelas frações celulose e lignina (Van Soest, 1994). De maneira geral, os valores médios de FDA, celulose e lignina encontrados nas silagens da presente pesquisa (Tabela 3) podem ser considerados altos, quando comparados aos da silagem de milho, segundo Bueno et al. (2001), que obtiveram respectivamente valores médios de FDA, CEL e LIG de 31,96, 27,05 e 3,77%. No entanto, para a silagem de 100% de resíduo do fruto de maracujá, o teor de FDA encontrado foi inferior ao verificado por Santos (1995), que foi de 58,56%.

4.3.5 Teor de extrato etéreo (EE) na MS das silagens

Com relação ao teor de EE, verificaram-se diferenças significativas entre os aditivos e níveis ($P<0,01$), tendo a interação aditivos x níveis sido significativa ($P<0,01$). Os resumos das análises de variância estão apresentados na Tabela 5A. O desdobramento da interação aditivos x níveis, analisando-se os níveis de adição dentro de cada aditivo, foi significativo ($P<0,01$) para os três aditivos utilizados (Tabela 6A). Para os aditivos bagaço de cana e casca de café, foi observado um decréscimo linear significativo ($P<0,01$) no teor de EE de 7,34 para 6,15% e de 7,32 para 5,60%, respectivamente, à medida que se elevaram os níveis de adição de 10 para 25% (Figura 5). Na adição de sabugo de milho foi observado um decréscimo quadrático significativo ($P<0,01$) no teor de EE de 6,65 para 3,49%, à medida que se elevaram os níveis de adição de 10 para 25% (Figura 5). Isso é explicado pelo teor mais elevado de EE do resíduo do fruto de maracujá antes de ensilar (4,87%) em relação ao bagaço de cana (1,39%), casca de café (1,37%) e sabugo de milho (0,53%) (Tabela 1).

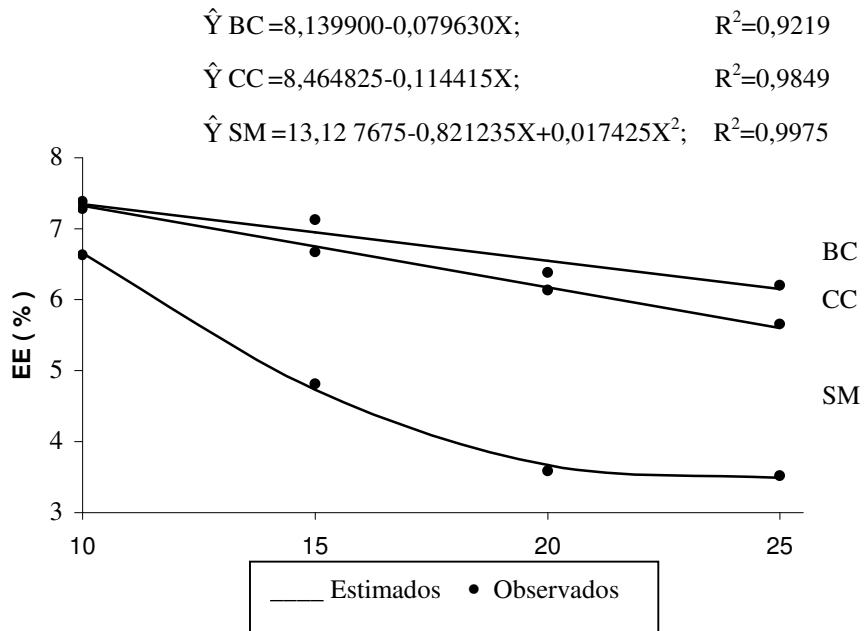


FIGURA 5. Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de extrato etéreo (EE) na MS das silagens do resíduo do fruto de maracujá em função dos níveis de adição dos aditivos bagaço de cana (BC), casca de café (CC) e sabugo de milho (SM).

Quanto à avaliação dos níveis de aditivos adicionados nas silagens de resíduo do fruto de maracujá, pode-se verificar que nas silagens com associação dos diferentes aditivos foram verificados menores valores de extrato etéreo do que aqueles observados na silagem com 100% de resíduo do fruto de maracujá. Esse fato é explicado pelo mais elevado teor de EE da silagem com 100% de resíduo do fruto de maracujá em relação às demais (Tabela 3).

Verifica-se que a concentração de extrato etéreo para todas as silagens estudadas (Tabela 3), exceto a silagem com 100% de resíduo do fruto de maracujá (14,86%) está abaixo do limite de 8% de EE, recomendado por McGuffey & Schingoethe (1980), para que não ocorra redução na ingestão de alimento, diminuindo o desempenho animal.

Notou-se, ainda, que, nas silagens com 100% de resíduo do fruto de maracujá, o teor de extrato etéreo foi próximo ao valor observado por Henrique, Andrade & Sampaio (1998), com 14,30%, quando trabalharam com silagem de girassol. Já Santos (1995) encontrou, para a silagem do resíduo do fruto de maracujá, teor de 12,14% de extrato etéreo.

4.3.6 Valores de pH

Com relação aos valores de pH, verificaram-se diferenças significativas entre os aditivos e níveis ($P < 0,01$), tendo a interação aditivos x níveis sido significativa ($P < 0,01$). Os resumos das análises de variância encontram-se na Tabela 7A. O desdobramento da interação aditivos x níveis, analisando-se os níveis de adição dentro de cada aditivo, foi significativo ($P < 0,01$) para os três aditivos utilizados (Tabela 8A).

De maneira geral, à medida que se aumentaram os níveis de aditivos de 10 para 25% nas silagens, houve acréscimo nos valores de pH, conforme Tabela 5. Este aumento pode ser descrito pelas equações de regressão linear, conforme Figura 6.

TABELA 5. Valores de pH e nitrogênio amoniacal como percentagem do nitrogênio total [N-NH₃ (% N total)] das silagens

Trat.	pH	N-NH₃ (%)
I	3,51	3,29
II	3,62	2,73
III	3,77	3,7
IV	3,64	3,7
V	3,71	2,97
VI	3,93	3,93
VII	3,72	3,81
VIII	3,73	2,74
IX	4,05	3,9
X	3,78	3,37
XI	3,73	2,66
XII	4,14	3,93
XIII	3,8	3,85

Em relação à qualidade das silagens, medida pelos valores de pH, pode-se sugerir que tanto a silagem com 100% de resíduo do fruto de maracujá quanto as com níveis de associação de 10, 15, 20 e 25% dos diferentes aditivos apresentaram bom padrão de conservação, conforme os relatos de Wilsson & Nilsson (1956), Toth et al. (1956) e Silveira (1975). Estes autores relatam que uma silagem de boa qualidade deve apresentar pH menor ou igual a 4,2.

Comparando-se os valores médios de pH das silagens, verifica-se que, na silagem de 100% do resíduo do maracujá, o valor de pH foi menor (3,51) que aqueles observados nas silagens com 10, 15, 20 e 25% de bagaço de cana, casca de café e sabugo de milho. Este fato pode ser explicado pelo maior conteúdo de água na silagem com 100% de resíduo de maracujá, uma vez que esta apresentou menor teor de matéria seca. Segundo McDonald (1981) e Lavezzo (1981),

nessas condições há um maior desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*. De acordo com Wieringa (1966), os microrganismos do gênero *Clostridium* podem tolerar altas concentrações de ácidos e íons de hidrogênio no material úmido, sendo que quanto menor o teor de matéria seca, mais baixo é o pH necessário para uma boa preservação do material ensilado.

Entretanto, segundo Woolford (1972), o valor de pH não pode ser tomado isoladamente como um bom critério para avaliação das fermentações, pois a inibição de fermentações secundárias depende mais da velocidade de abaixamento da concentração iônica e da umidade do meio do que do pH final do produto.

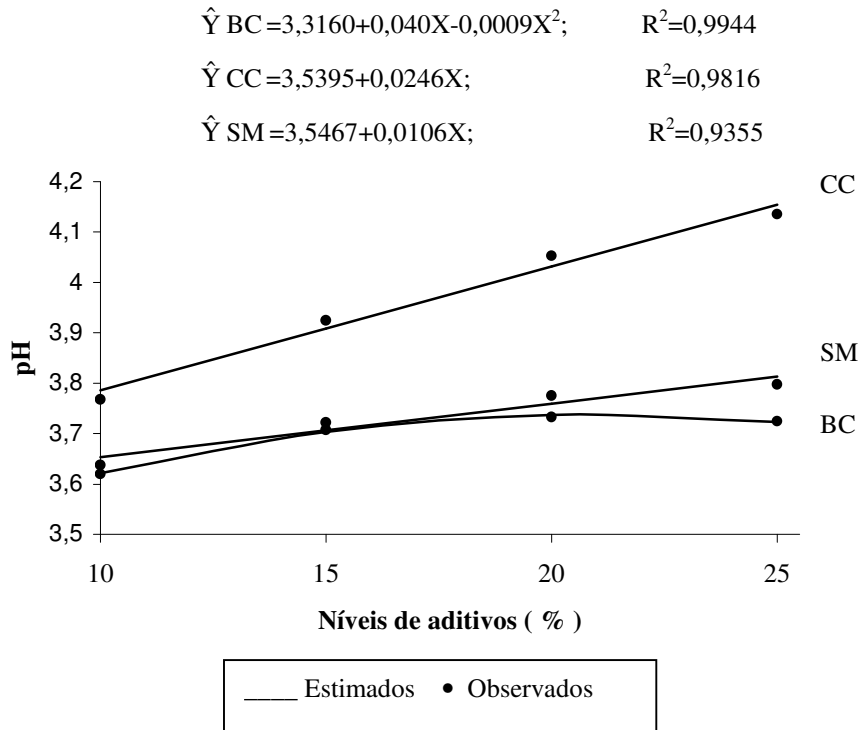


FIGURA 6. Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação dos valores de pH das silagens do resíduo do fruto de maracujá em função dos níveis de adição dos aditivos bagaço de cana (BC), casca de café (CC) e sabugo de milho (SM).

4.3.7 Teores de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total [N-NH₃ (% N total)] das silagens

Os teores de nitrogênio amoniacal das silagens foram influenciados ($P < 0,01$) pelos diferentes aditivos (Tabela 7A). Comparando-se as médias dos três aditivos, verificou-se menor valor de nitrogênio amoniacal para o bagaço de cana (2,78%), seguido pelo sabugo de milho (3,68%) e pela casca de café (3,86%), sendo que os dois últimos não diferiram entre si ($P > 0,05$) (Tabela 6).

TABELA 6. Teores de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total [N-NH₃ (% N total)] das silagens de resíduo do fruto de maracujá com bagaço de cana, casca de café e sabugo de milho

Aditivo	[N-NH ₃ (% N total)]
Bagaço de cana	2,78 b
Sabugo de milho	3,68 a
Casca de café	3,86 a

Médias seguidas por mesma letra são estatisticamente iguais, pelo teste SNK, a 5% de probabilidade.

Não foi verificada diferença significativa ($P > 0,05$) entre os níveis e interação entre aditivos e níveis de aditivos (Tabela 7A). Os resultados dos teores de N-NH₃ (% N total) dos tratamentos estão apresentados na Tabela 5 .

No geral, as adições de bagaço de cana, casca de café e sabugo de milho à silagem de resíduo do fruto de maracujá provocaram algumas variações no teor de N-NH₃ (% N total); no entanto, todas as silagens apresentaram baixos teores, sendo classificadas como de boa qualidade. Uma silagem bem preservada deve apresentar teores de N-NH₃ (% N total) menores que 10% (McDonald, 1981).

Analisando-se os dados da Tabela 5, verifica-se que todas as silagens estão dentro de uma faixa considerada desejável de N-NH₃ (% N total), podendo-se concluir que, durante o processo fermentativo, houve a preservação das proteínas, ou seja, não houve degradação ao ponto de reduzir o valor nutritivo das silagens.

Segundo Van Soest (1994), um baixo teor de nitrogênio amoniacal na silagem, inferior a 10% do N total, indica que o processo de fermentação não resultou em quebra excessiva de proteína em amônia e os aminoácidos constituem a maior parte do N não-protéico.

4.3.8 Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens

Foram encontradas diferenças significativas entre os aditivos e os níveis de adição (P<0,01) (Tabela 9A). Os teores mais elevados de lignina do bagaço de cana, casca de café e sabugo de milho (Tabela 1), em relação ao resíduo do fruto de maracujá, reduziram a digestibilidade das silagens quando estes aditivos foram adicionados (Tabela 7).

Segundo Bueno et al. (2001), a silagem de milho apresenta valores médios de FDN de 62,61%, FDA de 31,96%, HEM de 30,29%, CEL de 27,05% e LIG de 3,77%. Comparando-se a composição bromatológica da silagem de milho (Bueno et al., 2001) com a silagem de resíduo do fruto de maracujá (Tabela 7), observa-se que o teor de fibra em detergente neutro da silagem de resíduo do fruto de maracujá é ligeiramente inferior, e o teor de fibra em detergente ácido é superior ao da silagem de milho. Esse fato decorre do maior teor de celulose e lignina e menor teor de hemicelulose da silagem de resíduo do fruto de maracujá em relação à silagem de milho, causando, assim, uma diminuição na digestibilidade das silagens à medida que os níveis de aditivos aumentaram de 10 para 25%. Os resultados encontrados estão de acordo com os

comentários de Hanna et al. (1981), que afirmam que a digestibilidade de uma forrageira está inversamente relacionada ao seu conteúdo de lignina.

TABELA 7. Teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e lignina (LIG) na MS e valores de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das silagens

Trat.	FDN	FDA	CEL	LIG	DIVMS
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
I	61,64	44,36	39,37	4,45	57,58
II	66,61	48,44	35,60	11,97	54,04
III	64,79	53,11	39,70	10,44	49,50
IV	76,14	47,90	34,47	13,36	39,15
V	69,80	51,15	37,48	13,18	50,47
VI	66,58	54,83	40,42	10,58	48,06
VII	78,42	48,37	31,33	14,47	36,74
VIII	72,53	53,88	35,48	13,55	48,66
IX	68,09	55,39	39,43	12,47	47,11
X	82,34	48,40	32,30	15,23	35,48
XI	75,64	54,48	34,19	13,80	47,37
XII	71,36	57,99	39,45	12,56	46,60
XIII	84,91	50,17	31,63	16,00	34,82

No geral, as adições de bagaço de cana, casca de café e sabugo de milho reduziram a digestibilidade *in vitro* da matéria seca em relação à silagem com 100% de resíduo de maracujá (Tabela 7). Nota-se também que os menores valores de DIVMS foram observados nas silagens de resíduo do fruto do maracujá com sabugo de milho e que à medida em que aumentaram-se os níveis de adição de 10 para 25%, os valores de DIVMS decresceram.

Comparando-se as médias da DIVMS dos três aditivos, verificou-se maior valor para o bagaço de cana (50,12%), seguido pela casca de café (47,82%) e pelo sabugo de milho (36,55%), tendo os três aditivos diferido entre si ($P>0,05$) (Tabela 8).

TABELA 8. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens de resíduo do fruto de maracujá com bagaço de cana, casca de café e sabugo de milho

Aditivo	DIVMS (%)
Sabugo de milho	36,55 c
Casca de café	47,82 b
Bagaço de cana	50,12 a

Médias seguidas por mesma letra são estatisticamente iguais, pelo teste SNK, a 5% de probabilidade

Não foi verificada interação significativa ($P>0,05$) entre aditivos e níveis de aditivos (Tabela 9A). Os aditivos mostraram o mesmo comportamento, de modo que, com o aumento dos níveis de adição de 10 para 25%, houve um decréscimo linear significativo ($P<0,01$) nas taxas de DIVMS das silagens de 47,12 para 42,54%, como pode ser observado na Figura 7.

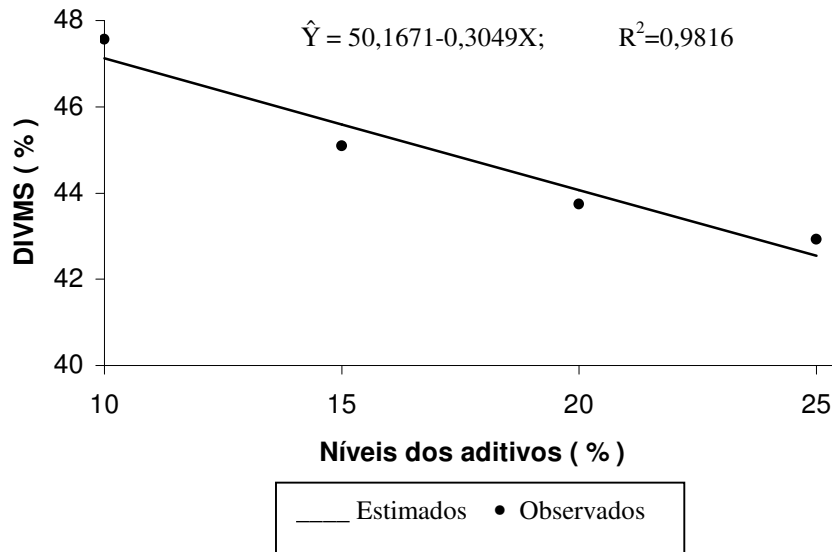


FIGURA 7. Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das taxas de DIVMS das silagens do resíduo do fruto de maracujá em função dos níveis de adição dos aditivos

Rezende et al. (1999) verificaram coeficientes de DIVMS de 58 e 56% para a silagem de milho e girassol, respectivamente. Tomich (1999) observou, entre treze cultivares de girassol analisadas para silagem, valor médio de DIVMS de 49,76%.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Todas as silagens apresentaram boas características, como odor agradável, coloração amarelada, cheiro característico do fruto, textura firme e ausência de fungos.

Em relação à composição bromatológica, as silagens as quais adicionou-se o bagaço de cana, bem como a silagem com 100% de resíduo do fruto de maracujá, apresentaram teor de MS inferior aos teores recomendados para uma boa silagem. O aditivo casca de café foi o único que aumentou significativamente o teor protéico das silagens. O aditivo sabugo de milho foi o que mais contribuiu para a redução dos teores de EE e aumento dos teores de LIG das silagens. Todos os três aditivos aumentaram os teores de FDN e FDA das silagens, quando adicionados nos diferentes níveis.

Quanto à qualidade de fermentação, todas as silagens em estudo apresentaram valores de pH e de N-NH₃ (% N total), de acordo com os padrões que caracterizam uma boa fermentação.

As silagens com 100% de resíduo do fruto de maracujá e as adicionadas de bagaço de cana ou casca de café, apresentaram valores de DIVMS próximos às forrageiras tropicais.

6 CONCLUSÃO

As silagens com 100% de resíduo do fruto de maracujá e as com o bagaço de cana ou com a casca de café adicionados nos diferentes níveis mostraram ser uma alternativa viável na alimentação de ruminantes em regiões com disponibilidade desses alimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, D.M.; GRANT, R.J. Interactions between forage and wet corn gluten feed as sources of fiber in diets for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 2, p. 322-331, Feb. 2000.

ALMEIDA, M. F. **Composição química, digestibilidade e consumo voluntário das silagens de sorgo (*Sorghum vulgare*, Pers.) em dois momentos de corte, girassol (*Helyanthus annus*, L.) e milho (*Zea mays*, L.) para ruminantes.** 1992. 100. Tese (Mestrado em Produção Animal) – Escola Superior de Agricultura de Lavras (Ufla), Lavras.

ANDRADE, J. B. **Efeito da aplicação de rolão de milho, farelo de trigo e Sacharina na ensilagem do capim elefante.** 1995. 109 p. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

ARIKI, J.; TOLEDO, P. R.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J. C. DE. Aproveitamento de cascas desidratadas e sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, Deg.) na alimentação de frangos de corte. **Científica**, Jaboticabal, v. 5, n. 3, p. 340-343, 1977.

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal reponse trials. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 1416-1425, July 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** 15. ed. Virginia, 1990. v. 1, p. 69-90.

BARCELOS, A.F. **Parâmetros bromatológicos, frações de carboidratos e degradabilidade in vitro da casca e da polpa de café (*Coffea arabica L.*)**. 2000. 96 p. Tese (Doutorado em Nutrição de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BARCELOS, A. F.; REZENDE, A. V. Aproveitamento dos resíduos de destilaria de cachaça de alambique. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 74-77, 2002.

BARTHOLO, G. F.; MAGALHAES FILHO, A. A. R.; GUIMARAES, P. T. G.; CHALFOUN, S. M. Cuidados na colheita, no preparo e armazenamento do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 162, n. 14, p. 33-44, 1989.

BEM-GUEDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J.; EST, Y. The effects of starch- and pectin-rich diets on quantitative aspects of digestion on sheeps. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 24, n. 4, p. 289-298, July 1989.

BERTIPAGLIA, L.M.A.; ALCADE, C.R.; SIQUEIRA, G. B.; MELO, G. M. P.; ANDRADE, P. Degradação *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de silagens de milho e resíduo da extração do suco de maracujá. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 3, p. 765-769, ago. 2000.

BHATTI, S. A.; FIRKINS, J. L. Kinetics of hydration and functional specific gravity of fibrous feed by-products. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 1449-1458, 1995.

BOLSEN, K. K. Silage: basic principles. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. **Forages**. 5. ed. Ames: Iowa State University, 1995. p. 163-176.

BOSE, M. L. V.; MARTINS FILHO, J. G. O papel dos resíduos agroindustriais na alimentação dos ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 199, p. 3-7, nov. 1984.

BRADY, C. J. Redistribution of nitrogen in grass and leguminous fodder plants during wilting and silage. **Journal of the Science of Food Agriculture**, London, v. 11, p. 276-280, 1960.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e material vegetal. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 21, n. 113, p.13-83, jan./fev. 1974.

BRESSANI, R. Subprodutos del fruto de café. In: BRAHAM, J.E.; BRESSANI, R. (Ed.). **Pulpa de café: composición, tecnología y utilización**. Bogotá: INCAP, 1978. p. 125-142.

BUENO, M. S.; FERRARI JUNIOR, E.; LEINZ, F. F.; SANTOS, L. E.; CUNHA, A. Silagens de milho e girassol com diferentes proporções da ração concentrada na dieta de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1296-1297.

BURGI, R. **Produção de bagaço de cana-de-açúcar (Sacharum sp. L.) auto-hidrolisado e avaliação de seu valor nutritivo para ruminantes**. 1985. 61 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CAIELLI, E. L. Uso de palha de café na alimentação de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 119, p. 36-38, 1984.

CAPPELLE, E. R. **Tabelas de Composição dos Alimentos, Estimativa do Valor Energético e Predição do Consumo e do Ganho de Peso de Bovinos.** Viçosa, MG. UFV, 2000. 369 p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CHURCH, D. C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition.** New Jersey: Prentice Hall, 1988. 564 p.

CLARK, P. W.; ARMENTANO, L. E. Replacement of alfalfa neutral detergent fiber with a combination of nonforage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 4, p. 675-680, Apr. 1997.

CONSENTINO, J. R. Fermentações na silagem. **Zootecnia**, Nova Odessa, v. 16, n. 1, p. 57-61, jan./mar. 1978.

CORRÊA, L. A.; POTT, E. B. Silagem de capim. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2001, Lavras. **Anais.** . . Lavras: UFLA, 2001. p. 255-271.

CRUZ, G. M. Utilização dos restos de culturas e palhas na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1992, São Carlos. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA, 1992, p. 99-121.

CUNNINGHAM, K. D.; CECAVA, M. J.; JOHNSON, T. R. Nutrient digestion, nitrogen, and amino acids flows in lactating cows fed soybean hulls in place of forage or concentrate. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 11, p. 3523-3535, Nov. 1993.

DEPIES, K. K.; ARMENTANO, L. Partial replacement of alfalfa fiber with fiber from ground corn cobs or wheat middlings. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78,n. 6, p. 1328-1335, June 1995

EVANGELISTA, A. R. Aproveitamento de resíduos da fabricação da aguardente. In: CARDOSO, M. das G.. (Ed.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, 2001. p. 128-151.

FAHEY, G. C.; BERGER, L. L. Los carbohidratos en la nutrición de los rumiantes. In: CHURCH, D. C. (Ed.). El rumiante fisiología digestiva y nutrición. Tradução de Pedro Ducar Maluenda. Zaragoza: ACRIBIA, 1993. p. 305-337. Título original: The ruminant animal: digestive phyology and nutrition.

FARIA, V. P. Técnicas de produção de silagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1986. p. 119-44.

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0**. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIRKINS, J. L. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 1426-1437, July 1997.

HAIGH, P. M. Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 45, n. 3, p. 2185-2192, Sept. 1998.

HANNA, W. W.; MONSON, W. G.; GAINES, T. G. IVDMD, total sugars and lignin measurements on normal and brown mibrid sorghums at various stages of development. **Agronomy Journal**, Madison, v. 73, n. 6, p. 1050-1052, Nov./Dec. 1981.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 35-56, Dec. 1993.

HENRIQUE, W.; ANDRADE, J. B.; SAMPAIO, A. A. M. Silagem de milho, sorgo, girassol e suas consorciações. II Composição bromatológica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998a. p.379-381.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 09 nov. 2004

LAVEZZO, W. **Efeito de diferentes métodos de tratamento, sobre a composição química e valor nutritivo das silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. 1981. 304 p. Tese (Docência Livre em Produção Animal) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

LOURES, D. R. S. **Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem sob níveis de compactação e de umidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), cv. Cameroon**. 2000. 65. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MATTOS, W. R. S. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 6., Piracicaba, 1987. **Anais...** Piracicaba: [s. n.], 1987. p. 99 – 112.

McDONALD, P. **The Biochemistry of silage**. New York: J. Wiley, 1981. 207 p.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R. Buffering capacity of herbage samples as factor in ensilage. **Journal of the Science of Food Agriculture**, London, v. 13, n. 7, p. 395-400, July 1962.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcome, 1991. 340 p.

McGUFFEY, R. K.; SCHINGOETHE, D. J. Feeding value of high oil variety of sunflowers as silage to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 7, p. 1109-1113, July 1980.

MEDINA, J. C. Subprodutos. In: MEDINA, J. C. et al. **Maracujá: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1980. p. 145-148. (Série Frutas Tropicais, 9).

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

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483 p.

MUCK, R. Conserved forage (silage and hay) – progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND, 19., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2001. 1 Cd-Rom.

MUCK, R. Factores influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 11, p. 2992-3002, Nov. 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of dairy cattle**, 6. ed. rev. Washington, 1989. 157 p.

OJEDA, F. Valor nutritivo de forrajes tropicales conservados como ensilagens. **Pastos y Forrajes**, Matarazzo, v. 11, n. 3, p. 199-205, maio/jun. 1998.

OTAGAKI, K. K.; MATSUMOTO, H. **Nutitive values and utility of passion fruit by products**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 6, n. 1, p. 54-57, 1958.

OTAGAKI, K. K. **Passion fruit rind as feed**. *Hawaii Farm Science*, Honolulu, v. 4, n. 3. p. 8, 1956.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T. C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 1, p. 1-14, Jan. 1980.

PEREIRA, M. N.; GARETT, E. F.; OETZEL, G. R.; ARMENTANO, L. Partial replacement of forage with nonforage fiber sources in lactating cow diets. I. Performance and health. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n. 12, p. 2716-2730, Dec. 1999.

PEREIRA, O. G. **Produtividade do milho (*Zea mays L.*), do sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench.*), da aveia (*Avena sativa L.*) e do híbrido (*S. bicolor x S.***

sudanense) e respectivos valores nutritivos sob a forma de silagem e verde picado. 1991. 86 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PIZARRO, E. A. Conservação de forragens: 1 – Silagens. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n. 47, p. 20-28, nov. 1978.

PIZZA JUNIOR, C. T. **A cultura do maracujá**. Campinas: Secretaria da Agricultura. 1966. 102p.

PRATES, E. R.; LEBOUTE, E. M. Avaliação do valor nutritivo de resíduos de cultivos e de indústria. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 9, n. 2, p. 248 – 259, mar./abr. 1980.

PRUTHI, J. S. Physiology, chemistry and technology of passion fruit. **Advances in Food Research**, New York, n. 12, p. 203-282, 1963.

REIS, J. dos; TIESENHAUSEN, I. M. E. V. von; PAIVA, P. C. A.; REZENDE, C. A. R.; SANTOS, M. A. S. **Composição química e digestibilidade de silagens de resíduo de maracujá, de capim elefante “cameroon” e de suas misturas**. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., Rio de Janeiro, 1993. **Anais...** Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p. 483.

REZENDE, A. V.; EVANGELISTA, A. R.; BERNARDES, T. F. Valor nutritivo de silagem mista de girassol (*Helianthus annuus* L.) e milho (*Zea mays* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto alegre: SBZ, 1999. p. 23.

RIBEIRO FILHO, E. **Degradabilidade “in situ” da matéria seca, da proteína bruta e da fibra em detergente neutro da casca de café e desempenho de novilhos mestiços em fase de recria.** 1998. 55. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RODRIGUES FILHO, A.; OLIVEIRA, S. G. de. Produção de cachaça integrada com outras atividades rurais: uma alternativa para preservar o meio ambiente e aumentar a renda da propriedade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 217, p. 67-73, 2002.

RODRIGUES VEGRO, C. L.; CARVALHO, F. C. de. Disponibilidade e utilização de resíduos gerados no processamento agro-industrial do café. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.24, n.1, p. 9-16, jan. 1994.

RUIZ, R. L. **Microbiologia Zootécnica** São Paulo: Roca, 1992. 314 p.

SALES, A. C. Registro de estabelecimento, equipamentos para produção e controle de operação da fábrica de aguardente. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar.** Lavras: UFLA, 2001. p. 51-112.

SANTOS, M. A. S. **Valor nutritivo de silagens de resíduo de maracujá (*Passiflora edulis*, Deuger), ou em mistura com casca de café (*Coffea arábica*, L.), bagaço de cana (*Saccharum officinarum*, L.) e palha de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.)** 1995. 56 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Diagnóstico da cachaça de Minas Gerais. Belo horizonte, 2001. 259 p.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa, MG: UFV, 1990. 166 p.

SILVA, D. J. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 235 p.

SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. p. 156-180.

SJOSTROM, G.; ROSA, J. F. L. **Estudos sobre as características físicas e químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis*, f. *Flavicarpa*, Deuger) cultivado no município de Entre Rios, Bahia.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1973, Salvador. **Anais...** Cruz das Almas: [s. n.], 1977. p. 265-273.

SLATER, A. L.; EASTRIDGE, M. L.; FIRKINS, J. L.; BIDINGER, L. J. Effect of starch source and level of forage neutral detergent fiber on performance by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 2, p. 313-321, Feb. 2000.

SOUZA, A. L.; BERNADINO, F. S.; GARCIA, R. et al. Valor nutritivo de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 828 – 883, 2003.

TEIXEIRA, M. N. M. **Determinação da degradabilidade in situ das diferentes frações da casca do grão de três cultivares de café (*Coffea arabica* L.)** 1999.

Dissertação (Mestrado em nutrição de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**, Edinburgh, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

TOTH, I.; RVDIN, C.; NILSSON, R. Stud on fermentation processes in silage. Comparison of different types of forage crops. **Archiv Mikrobiologie Heidelberg**, v. 25, n. 2, p. 208-218, 1956.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Corvalis: O e B Books, 1994. 476 p.

VEGRO, C. L. R.; CARVALHO, F. C. Disponibilidade e utilização de resíduos gerados no processamento agroindustrial do café. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 9-16, 1994.

VELLOSO, L. Perdas na ensilagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1975. p. 219-224.

VILELA, D. Utilização do capim-elefante na forma de forragem conservada. In: CARVALHO M. M. ; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; CARVALHO, L. A. **Capim-elefante: produção e utilização**. Brasília: EMPRAPA-SPI, 1997. p. 113-160.

WIERINGA, G. W. The influence of nitrate on silage fermentation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 10., 1966, Helsinki. **Proceedings...**, Helsinki: [s. n.], 1966. p. 537-540.

WILSSON, G.; NILSSON, P. E. The microflora on the surface of some fodder plants at different stages of maturity. **Archiv fuer Mikrobiologie**, Heidelberg, v. 24, n. 4, p. 412-422, 1956.

WOOLFORD, M. K. Some aspects of the microbiology and biochemistry of silage making. **Herbage Abstracts**, Wallingford, v. 42, n. 2, p.1 05-111, June 1972.

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

YASSIN, N. **Análise de experimentos fatoriais de dois fatores com tratamentos adicionais**. 2001. 161 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A. Resumo das análises de variância dos valores de MS e PB na MS das silagens	64
TABELA 2A. Resumo das análises de variância do desdobramento dos níveis de adição dentro de cada aditivo para os teores de PB	64
TABELA 3A. Resumo das análises de variância dos valores de FDN e FDA na MS das silagens	65
TABELA 4A. Resumo das análises de variância do desdobramento dos níveis de adição dentro de cada aditivo para os teores de FDN e FDA	65
TABELA 5A. Resumo das análises de variância dos valores de EE na MS das silagens.....	66
TABELA 6A. Resumo das análises de variância do desdobramento dos níveis de adição dentro de cada aditivo para os teores de EE.....	66
TABELA 7A. Resumo das análises de variância dos valores de pH e de N-NH ₃ (% N total) das silagens.....	67
TABELA 8A. Resumo das análises de variância do desdobramento dos níveis de adição dentro de cada aditivo para os teores de pH.....	67
TABELA 9A. Resumo das análises de variância dos valores de DIVMS das silagens.....	68
TABELA 10A. Densidade média das silagens, no interior do silo (kg/m ³).....	68

TABELA 1A. Resumo das análises de variância dos valores de MS e PB na MS das silagens

FV	GL	QM	
		MS	PB
(Tratamentos)	(12)	(114,9415)**	(20,6005)* *
Aditivos	2	432,3198**	108,6506**
Níveis	3	139,4998**	1,1670**
Aditivos x níveis	6	4,0183	1,5590**
Testemunha x demais	1	72,0494**	17,7673**
Erro	39	3,5824	0,1169
Total	51		
CV		6,81%	3,65%

** (P<0,01)

TABELA 2A. Resumo das análises de variância do desdobramento de níveis de adição dentro de cada aditivo para os teores de PB

FV	GL	QM
		PB
Níveis/bagaço de cana	3	1,9012**
Níveis/casca de café	3	0,6610**
Níveis/sabugo de milho	3	1,7227**
Erro	39	0,1169

** (P<0,01)

TABELA 3A. Resumo das análises de variância dos valores de FDN e FDA na MS das silagens

FV	GL	QM	
		FDN	FDA
(Tratamentos)	(12)	(193,8468)**	(175,3527)**
Aditivos	2	691,8691**	41,6613**
Níveis	3	147,7298**	4,9891**
Aditivos x níveis	6	2,2201**	0,5394**
Testemunha x demais	1	42,1330*	40,2869*
Erro	39	0,5523	0,5048
Total	51		
CV		1,03%	1,38%

** (P<0,05); ** (P<0,01)

TABELA 4A. Resumo das análises de variância do desdobramento de níveis de adição dentro de cada aditivo para os teores de FDN e FDA

FV	GL	QM	
		FDN	FDA
Níveis/bagaço de cana	3	59,2879**	30,7526**
Níveis/casca de café	3	31,2400**	16,2947**
Níveis/sabugo de milho	3	61,6422**	3,9925**
Erro	39	0,5523	0,5048

** (P<0,01)

TABELA 5A. Resumo das análises de variância dos valores de EE na MS das silagens

FV	GL	QM
		Extrato etéreo
(Tratamentos)	(12)	(52,7286)**
Aditivos	2	20,9671**
Níveis	3	9,6087**
Aditivos x níveis	6	1,1086**
Testemunha x demais	1	530,8950**
Erro	39	0,1322
Total	51	
CV		5,28%

** (P<0,01)

TABELA 6A. Resumo das análises de variância do desdobramento de níveis de adição dentro de cada aditivo para os teores de EE

FV	GL	QM
		Extrato Etéreo
Níveis/bagaço de cana	3	1,1463**
Níveis/casca de café	3	2,2011**
Níveis/sabugo de milho	3	8,4786**
Erro	39	0,1322

** (P<0,01)

TABELA 7A. Resumo das análises de variância dos valores de pH e de N-NH₃ (% N total) das silagens

FV	GL	QM	
		pH	N-NH ₃ (% Ntotal)
(Tratamentos)	(12)	(0,1172)**	(0,9797)**
Aditivos	2	0,3530**	5,3760**
Níveis	3	0,1042**	0,1368
Aditivos x níveis	6	0,0147**	0,0853
Testemunha x demais	1	0,2995**	0,0821
Erro	39	0,0015	0,0939
Total	51		
CV		1,02%	8,94%

** (P<0,01)

TABELA 8A. Resumo das análises de variância do desdobramento de níveis de adição dentro de cada aditivo para os teores de pH

FV	GL	QM
		pH
Níveis/bagaço de cana	3	0,0107**
Níveis/casca de café	3	0,1027**
Níveis/sabugo de milho	3	0,0202**
Erro	39	0,0014

** (P<0,01)

TABELA 9A. Resumo das análises de variância dos valores de DIVMS das silagens

FV	GL	QM
		DIVMS
(Tratamentos)	(12)	(204,4357)**
Aditivos	2	844,5122**
Níveis	3	49,3210**
Aditivos x níveis	6	2,7234
Testemunha x demais	1	297,4591**
Erro	39	2,1335
Total	51	
CV		3,19%

** (P<0,01)

TABELA 10A. Densidade média das silagens, no interior do silo (kg/m³)

Tratamentos	Densidade (kg/m ³)
T I	866
T II	631
T III	605
T IV	592
T V	586
TVI	589
TVII	578
T VIII	546
T IX	570
T X	541
T XI	515
T XII	531
T XIII	532