

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO  
JEQUITINHONHA E MUCURI**

**CAROLINE SALEZZI BONFÁ**

**SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE ADICIONADA DE COPRODUTOS DE  
FRUTAS**

**DIAMANTINA - MG  
2014**

CAROLINE SALEZZI BONFÁ

**SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE ADICIONADA DE COPRODUTOS DE FRUTAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Severino Delmar Junqueira Villela

**DIAMANTINA - MG  
2014**

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM  
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

B713s	<p>Bonfá, Caroline Salezzi Silagem de capim-elefante adicionada de coprodutos de frutas / Caroline Salezzi Bonfá. – Diamantina: UFVJM, 2014. 56 p. : il.</p> <p>Orientador: Severino Delmar Junqueira Villela Coorientador: Gustavo Henrique de Frias Castro</p> <p>Dissertação (Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p>1. Alimentação animal. 2. Alimentos. 3. Fruticultura. I. Título II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p style="text-align: right;"><b>CDD 636.085</b></p>
-------	--

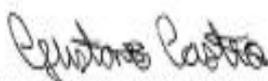
Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

CAROLINE SALEZZI BONFÁ

**SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE ADICIONADA DE COPRODUTOS DE FRUTAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA em 10/03/2014.



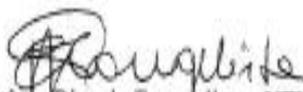
Prof. Gustavo Henrique de Frias Castro - UFVJM  
Coorientador



Prof. Cristiano Gonzaga Jayme - IF SUDESTE MG



Prof.ª Roseli Aparecida dos Santos - UFVJM



Prof. Antônio Ricardo Evangelista - UFVJM

**DIAMANTINA - MG  
2014**

*Dedico este trabalho ao meu amor maior... minha filha Selma Aurora,  
por me ensinar o verdadeiro significado do amor e por  
fazer **toda e qualquer** luta valer a pena!*

## AGRADECIMENTO

*Agradeço imensamente a **Deus**... Por ter me “colocado” em um caminho tão difícil, mas por me guiar o tempo todo, me fortalecer e me encorajar, mesmo quando as coisas pareciam impossíveis. Agradeço a Ele por me “dar” várias pessoas de presente, vários momentos e inúmeras formas de enfrentar as lutas. Eu sempre soube que eu não estava sozinha em nenhum momento!!!*

*Agradeço à minha querida **mãe**... Minha “estrela guia”! Mais uma conquista mãe, mais uma etapa vencida! Sinto muito a sua falta, mas nunca me esqueço de sua coragem para lutar e vencer na/a vida. Esteja onde estiver você sempre será meu maior exemplo!!!*

*À minha “pequena grande” **Selma Aurora**! Filhota, obrigada por ser tão especial assim! Eu prometi que tudo ia dar certo... não prometi? Então, mais essa conquista para você, para nós!!! Te amo infinitamente!!!*

*Agradeço imensamente ao meu pai, **José Luiz**, por confiar em mim e me incentivar em todas as decisões. Obrigada pai, muito obrigada por estar sempre ao meu lado. Obrigada pelos momentos, pelos conselhos, pelo apoio... O Sr. é imprescindível em minha vida!!*

*À minha querida irmã **Dani, Mauro e Helena**... que sempre estiveram ao meu lado. Obrigada por todo amor, amizade e confiança!*

*Agradeço a toda minha **família**! As suas orações, tias, são muito valiosas, e, em conjunto, com tanto amor e carinho, me deram mais força e mais coragem para seguir em frente! Obrigada, muito obrigada, de coração!!!*

*À querida **Martinha**... Obrigada, principalmente, pela amizade, afeto e apoio! Obrigada ao querido **Dezinho**, à querida **Net**, e a toda **família Carneiro**! Vocês são muito importantes e especiais em minha vida!!!*

*Agradeço aos **membros da banca**, pela disponibilidade em me ajudar e compreender esse momento tão corrido. De certa forma, todos vocês contribuíram para a minha formação! Muito obrigada!!!*

*Ao meu Orientador, **Prof. Severino Delmar Junqueira Villela**, que confiou em mim e me deu a oportunidade de começar a desenvolver este trabalho.*

*Ao meu coorientador, **Prof. Gustavo Henrique de Frias Castro**, que desde o início deste trabalho, não mediu esforços para me ajudar. Obrigada pelo apoio, pelo amor, pela amizade, pelos conselhos e ensinamentos. Tudo foi muito válido para mim, tenha certeza disso! Guardarei todos os momentos em meu coração!!!*

*À **Prof. Roseli Aparecida dos Santos**, que tanto me incentivou e acreditou em mim! Guardo uma amizade e um carinho muito especial por você. Você é um grande exemplo!!!*

*Ao **Prof. Antônio Ricardo Evangelista**, a quem tenho uma enorme admiração! Obrigada por acreditar em mim. Tudo vai valer a pena!!!*

*Ao **Prof. Cristiano Gonzaga Jayme**, por aceitar o convite em participar da banca.*

*Ao Prof. Aldrin Vieira Pires, por estar sempre presente, e por aceitar o convite em participar da banca.*

*À minha querida amiga **Lelê**. Você fez parte de tudo, esteve presente em todos os momentos, e sempre fez os “maus” momentos se tornarem bons com sua ótima companhia! Obrigada pela força, pela amizade eterna e pela cumplicidade!!!*

*À querida **Kenicha**... Que barra, heim! Obrigada pelo apoio, pela amizade e pela disponibilidade em sempre me ajudar. Você é muito especial para mim!!!*

*À minha querida “nova” amiga, **Elizzandra**. Obrigada por me apoiar, por acreditar em mim e por me ajudar, sempre que eu precisei. O laboratório não seria o mesmo sem você!!!*

*À **Elizângela**!!! Que mulher tão pequenininha e com um coração tão grandão!!! Obrigada por sempre fazer de tudo para me ajudar, e sempre “dar um jeitinho” para que as coisas dessem certo! Você fez parte disso tudo, muito obrigada!!!*

*Às meninas que me ajudaram “arduamente” com as análises no laboratório... **Nanda, Josi Alinne, Rosane e Mariana**, vocês me ajudaram muito!*

*À **Mari**, do “laboratório ao lado”! Mari, você é muito especial, uma gracinha! Obrigada por me ajudar sempre que eu precisei! Obrigada pelo carinho e sorriso diário. Você me encorajou muito, mesmo sem saber!!!*

*Aos amigos: Dani Lora, Dani Preta, Poli, Pents, Guizinho, Julião, Renata, Jana, Lú Silvestre, Marcelo, Mari “codorna”, Bruno Santiago e a todos que passaram pelo laboratório e contribuíram, de alguma forma, com as atividades, mesmo que fosse com boas gargalhadas!!!*

*Agradeço, também, pela oportunidade de conviver com os alunos das turmas de “Análise de Alimentos”. Tenham certeza de que aprendi muito com vocês!!!*

*Às queridas, **Pretinha e Fabrícia**, que sempre alegraram as nossas tardes com muito sorriso e muita disposição!*

*Ao “Projeto Tombadouro”, à Comunidade de Tombadouro, à equipe de trabalho, ao **Milacir**, à **Sônia** e ao **Prof. Gustavo Castro**, o meu muito obrigada! Obrigada por me receberem tão bem, por acreditarem no ideal do Projeto e por fazerem todo esse trabalho se tornar realidade!!!*

*Agradeço à **UFVJM**, e a todos os professores pelo ensinamento, e por me formarem uma profissional ainda mais capacitada.*

*Agradeço à **CAPES**, por me conceder a bolsa de estudos e à **FAPEMIG**, por financiar os projetos.*

*Agradeço a todos que, de uma forma ou de outra, me ajudaram em minha formação e me apoiaram em todos os momentos.*

**Obrigada a todos, de coração!!!**

## RESUMO

BONFÁ, Caroline Salezzi. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Março de 2014. 56p. **Silagem de Capim-Elefante Adicionada de Coprodutos de Frutas**. Orientador: Severino Delmar Junqueira Villela. Coorientador: Gustavo Henrique de Frias Castro. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

O objetivo deste experimento foi avaliar as características fermentativas e químico-bromatológicas da silagem de Capim-Elefante (CE) contendo diferentes níveis de inclusão de casca de maracujá (MC) e casca de abacaxi (AC), dos coprodutos do abacaxi (AM), do morango (MO) e da goiaba (GO) *in natura*. Utilizou-se neste experimento, níveis crescentes de adição destes coprodutos (0,0%; 12,5%; 25,0%; 37,5% e 50,0%) em relação à matéria natural na silagem de CE cortado aos 150 dias de idade. Este material foi ensilado em silos laboratoriais e, após 180 dias, os silos foram abertos e foram determinados os teores de matéria seca (MS), carboidratos solúveis (CHOS), potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro em porcentagem do nitrogênio total (PIDN/NT), proteína insolúvel em detergente ácido em porcentagem do nitrogênio total (PIDA/NT), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro na matéria seca (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido na matéria seca (NIDA), hemicelulose (HCEL), celulose (CEL), lignina (LIG), matéria mineral (MM), fósforo (P) e cálcio (Ca). Para a avaliação do efeito dos tratamentos, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x5 (coproduto x nível de inclusão). Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente, exceto para o Ca, que não se observou efeito dos coprodutos, dos níveis de inclusão e da interação ( $P > 0,05$ ). De acordo com as equações de regressão para os parâmetros de qualidade, as silagens podem ser consideradas de muito boa qualidade. Quanto a composição bromatológica, a inclusão de níveis crescentes dos coprodutos favorece o valor nutritivo das silagens de capim-elefante, exceto o GO, que por sua influência negativa nas frações fibrosas pode interferir no consumo e na digestibilidade destes alimentos pelos animais. Os parâmetros analisados permitem concluir que, a inclusão de todos os coprodutos *in natura* durante a ensilagem do capim-elefante, exceto o GO, são recomendados em todos os níveis avaliados, possibilitando maior período de utilização do capim-elefante na forma de silagem.

**Palavras-chave:** Alimentação animal, alimentos, fruticultura.

## ABSTRACT

BONFÁ, Caroline Salezzi. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, março de 2014. 56p. **Silage Elephantgrass Added to Coproducts Fruit**. Adviser: Severino Delmar Junqueira Villela. Committee members: Gustavo Henrique de Frias Castro. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

The objective of this experiment was to evaluate the fermentative and chemical-qualitative characteristics of silage Elephantgrass (EC) containing different levels of inclusion of passion fruit peel (MC) and pineapple peel (AC), byproducts of pineapple (AM), strawberry (MO) and guava (GO) in nature. Was used in this experiment increasing levels of addition of these co-products (0.0%, 12.5%, 25.0%, 37.5% and 50.0%) in relation to natural matter in silage cut CE at 150 days of age. This material was ensiled in laboratory silos, and after 180 days, the silos were opened and contents were determined for dry matter (DM), soluble carbohydrates (CHOS), hydrogen potential (pH), ammonia nitrogen as a percentage of total nitrogen (N - NH<sub>3</sub>), crude protein (CP), neutral detergent insoluble protein as a percentage of total nitrogen (NDIP / NT), acid detergent insoluble protein as a percentage of total nitrogen (PIDA / NT), ether extract (EE), fiber neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent insoluble nitrogen in dry matter (NDIN), acid detergent insoluble nitrogen in dry matter (NIDA), hemicellulose (HCEL), cellulose (CEL), lignin (LIG), mineral matter (MM), phosphorus (P) and calcium (Ca). For assessing the effect of treatment, we used the completely randomized design in a factorial 5x5 (x coproduct inclusion level). Due to the interaction between silage with inclusion levels of co-products (P <0.0001), silages added with each coproduct were evaluated individually, except for Ca, which no effect of co-products, the levels of inclusion and noted interaction (P > 0.05). According to the regression equations for the parameters of quality silage can be considered very good quality. Regarding the chemical composition, the increasing levels of coproducts favors the nutritive value of elephant grass silages, except GO, which in its negative influence on fiber digestibility may interfere with the intake and digestibility of feed for animals. The analyzed parameters allow to conclude that the inclusion of all coproducts in nature during ensiling of elephant grass, except GO, are recommended at all levels evaluated, allowing a greater period of use of elephant grass as silage.

**Key words:** Animal feed, elephant grass, food, fruit.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01:</b> Composição químico-bromatológica do capim-elefante, da casca do maracujá e do abacaxi, da polpa do abacaxi, do morango e da goiaba.....	23
<b>Tabela 02:</b> Equações de regressão para os teores de matéria seca na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	24
<b>Tabela 03:</b> Equações de regressão para os teores de carboidratos solúveis na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	26
<b>Tabela 04:</b> Equações de regressão para os valores de pH na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	28
<b>Tabela 05:</b> Equações de regressão para os teores de nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	29
<b>Tabela 06:</b> Equações de regressão para os teores de proteína bruta na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	31
<b>Tabela 07:</b> Equações de regressão para os teores de proteína insolúvel em detergente neutro em percentual do nitrogênio total na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	33
<b>Tabela 08:</b> Equações de regressão para os teores de proteína insolúvel em detergente ácido em percentual do nitrogênio total na silagem de capim-elefante adicionado 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	34
<b>Tabela 09:</b> Equações de regressão para os teores de fibra em detergente neutro na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	35
<b>Tabela 10:</b> Equações de regressão para os teores de fibra em detergente ácido na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	37

<b>Tabela 11:</b> Equações de regressão para os teores de hemiceluloses na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	38
<b>Tabela 12:</b> Equações de regressão para os teores de celulose na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	39
<b>Tabela 13:</b> Equações de regressão para os teores de lignina na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	41
<b>Tabela 14:</b> Equações de regressão para os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	42
<b>Tabela 15:</b> Equações de regressão para os teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	43
<b>Tabela 16:</b> Equações de regressão para os teores de extrato etéreo na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	44
<b>Tabela 17:</b> Equações de regressão para os teores de matéria mineral na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	46
<b>Tabela 18:</b> Equações de regressão para os teores de fósforo na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	47
<b>Tabela 19:</b> Valores médios percentuais de cálcio na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.....	48

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
2.1 Silagem de Capim-Elefante.....	14
2.2 Aditivos para silagem de capim .....	17
2.3 Coprodutos da extração da polpa de frutas .....	18
2.4 Coprodutos da extração de polpa de frutas como aditivos em silagens de capim.....	19
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>49</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>50</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As pastagens constituem a principal fonte alimentar para ruminantes, sendo que, na maioria das vezes, representam o único alimento da dieta em muitos sistemas de produção. Quando bem manejadas, podem apresentar alto potencial para a produção animal e baixo custo, o que pode favorecer o sistema produtivo, já que a alimentação dos animais é o principal item no custo de produção de leite e carne.

A produção de forrageiras no Brasil afeta, diretamente, as condições nutricionais dos rebanhos, visto que, nos períodos secos, o crescimento e a qualidade das forrageiras ficam comprometidas. Todavia, algumas alternativas podem ser utilizadas para suprir a demanda nutricional dos animais nestes períodos, como por exemplo, conservar o excedente da produção de forragem nos períodos favoráveis do ano, para fornecer aos animais nos períodos de escassez de alimentos. Assim, a produção de silagem torna-se uma alternativa para suprir a demanda de nutrientes dos mesmos nestas épocas. O capim-elefante tem se destacado, para esta finalidade, por apresentar características que possibilitam a produção de silagem de boa qualidade.

A qualidade da silagem depende do processo fermentativo dentro do silo, já que o seu valor nutritivo depende, além do processamento da forragem, da composição da mesma, uma vez que a silagem tem o propósito principal de manter o valor nutritivo o mais próximo possível do material que lhe deu origem. Porém, quando as gramíneas tropicais atingem elevado valor nutricional, também apresentam alto teor de umidade, baixo teor de carboidrato solúvel e alto poder tampão, fatores que, em conjunto, podem influenciar negativamente o processo fermentativo dentro dos silos.

Neste contexto, os coprodutos das agroindústrias processadoras de frutas podem ser importantes na alimentação de ruminantes, sendo utilizados como aditivos na ensilagem de capim-elefante, principalmente em situações de baixa disponibilidade de forragem. Assim, os coprodutos podem constituir uma fonte de carboidratos para o processo de fermentação.

Souza e Santos (2004) estimaram que a América Latina produz mais de 500 milhões de toneladas de resíduos, sendo o Brasil responsável por mais da metade desta produção, demonstrando que, o aumento dos resíduos oriundos das atividades agrícolas é proporcional ao crescimento do agronegócio.

Através da utilização de novas tecnologias para a irrigação, a fruticultura vem se destacando no cenário econômico e social da região do Vale do Jequitinhonha. Todavia, é

crescente a preocupação com a quantidade e a diversidade dos resíduos agroindustriais gerados pelo processamento dos frutos.

O estudo do potencial de uso dos coprodutos da fruticultura, como aditivos na silagem de gramíneas, possibilita a retirada do ambiente de potenciais causadores de impacto ambiental e de maneira conjunta à obtenção de volumosos de melhor qualidade para a alimentação de ruminantes.

Este trabalho teve, como objetivo, avaliar a inclusão dos coprodutos da extração de polpa de frutas na silagem de capim-elefante.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Silagem de Capim-Elefante**

O Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é originário do Continente Africano, mais, especificamente, da África Tropical (RODRIGUES et al., 2001), sendo introduzido no Brasil em 1920 (GRANATO, 1924). Porém, apenas na década de 70, com a ampliação do sistema de eletrificação rural brasileiro e com o maior uso de máquinas picadoras de forragem, teve uma utilização expressiva (FARIA, 1994), sendo, inicialmente, utilizada como capineira, para fornecimento como forragem picada verde ou conservada. Hoje, encontra-se difundido em quase todas as regiões brasileiras. Sua descrição original data de 1827 (TCACENCO & BOTREL, 1997).

O capim-elefante é uma das gramíneas mais importantes no Brasil, podendo ser utilizada de diversas formas e alcançando bons níveis de produção animal, quando bem manejado (ANDRADE et al., 2000). Devido ao seu grande potencial produtivo e sua adaptação em regiões tropicais, constitui-se uma importante alternativa de forrageira a ser utilizada na alimentação de ruminantes destinados à produção de carne e leite (HILLESHEIN, 1988; VEIGA, 1994). Além disso, trata-se de uma planta perene, evitando-se gastos anuais com implantação da cultura (REZENDE et al., 2002). Assim, é crescente o interesse pelo seu uso, principalmente para vacas em lactação, na forma de pastagem, capineira e silagem. Segundo Corsi & Nussio (1992), quando convenientemente adubado e manejado, o capim-elefante é capaz de mostrar elevado rendimento de forragem.

As maiores mudanças que ocorrem na composição químico-bromatológica das plantas forrageiras são aquelas que acompanham a sua maturação, ou seja, à medida que a planta

envelhece, a proporção dos componentes potencialmente digestíveis tende a diminuir e as de frações indigestíveis, tendem a aumentar. Isso é relatado no trabalho de Santana et al. (1989), com cultivares de capim-elefante, quando observou-se redução na porcentagem de lâmina foliar e, conseqüentemente, aumento na porcentagem de colmos com o envelhecimento das plantas.

Valadares Filho et al. (2006), estudando diferentes idades da forragem verde do capim Elefante (*Pennisetum purpureum*), verificaram teores médios de 22,27% para MS, 6,71% para PB, 76,89% para FDN, 45,04% para FDA, 49,38% para nutrientes digestíveis totais (NDT) e 8,27% para carboidratos solúveis (CHOS). Durante o período de 31 a 45 dias, observaram-se 14,35% para MS, 69,84% para FDN e 38,94% para FDA, no período de 46 a 60 dias, os teores médios foram de 19,94% para MS, 72,28% para FDN e 42,43% para FDA, e no período de 61 a 90 dias, os teores médios foram de 19,77% para MS, 73,94% para FDN e 41,95% para FDA. Queiroz Filho et al. (2000), trabalhando com cultivar Roxo de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), em quatro idades diferentes (40, 60, 80 e 100 dias), verificaram reduções com comportamento linear nos teores de conteúdo celular e acréscimo de FDN e FDA, provocando diminuição do valor nutritivo da forragem. Além disso, os teores de proteína bruta reduziram com o aumento dos intervalos de corte, obtendo-se o maior teor (13,8%) aos 40 dias e o menor teor (6,1%) aos 100 dias.

Neste contexto, estabelecer uma estratégia de obtenção de silagens de capins tropicais de bom valor nutritivo seria de extrema valia para os sistemas de produção de bovinos no Brasil. Isto se deve ao fato de que estas forrageiras apresentam altos valores de produção por área, o que pode contribuir para a redução do custo de produção da silagem. Outro fato importante é a adoção da confecção de silagem como estratégia de manejo de pastagem. Com o elevado crescimento da maioria dos capins tropicais durante o período das águas, muitos produtores não conseguem ajustar a carga animal à produção, ocorrendo sobra ou falta de forragem. A vedação ou exclusão de áreas de pastagem para a produção de silagem iria fornecer volumoso para o período da seca, além de racionalizar o manejo da pastagem durante as águas (CORRÊA & POTT, 2007).

A ensilagem é uma prática de conservação de alimento muito utilizada, e visa suprir a demanda de forragem nos períodos de escassez, destacando-se por manter grande parte do valor nutritivo do material ensilado. Dentre as forrageiras mais utilizadas para a ensilagem, o capim-elefante tem se destacado em função da sua elevada produtividade de matéria seca (aproximadamente 80 toneladas de matéria seca/ha/ano) (CARVALHO et al., 2008) e sua

composição, em termos de carboidratos solúveis, que é mais elevado quando comparado a outras gramíneas (LAVEZZO, 1993).

No melhor estágio de desenvolvimento quanto ao valor nutritivo, para o capim-elefante, alguns fatores limitam a obtenção de silagem de boa qualidade. Entre eles estão o baixo teor de carboidratos solúveis, alto poder tampão e o elevado teor de umidade, que influenciam, negativamente, o processo fermentativo, impedindo que haja rápido decréscimo do pH, fazendo com que fermentações secundárias e indesejáveis ocorram, devido à ação de bactérias produtoras de ácido butírico, que passarão a se desenvolver, utilizando o lactato e açúcares residuais (VILELA, 1998).

McDonald et al. (1991) agruparam as silagens em inadequadas e satisfatórias em relação à sua preservação. Silagens inadequadas seriam aquelas onde bactérias do gênero *Clostridium* e/ou *Enterobacteriaceae* dominam a fermentação. Já as silagens satisfatórias seriam aquelas produzidas a partir de forragens ricas em carboidratos solúveis e contendo uma população apropriada de bactérias lácticas. Entretanto, a composição química e o valor nutritivo dessas silagens são influenciados pelo conteúdo da matéria seca da forragem ensilada.

Ainda segundo McDonald et al. (1991), para que o processo dentro do silo seja favorável à conservação da forragem, a fermentação deve ser capaz de proporcionar uma rápida queda do pH do material ensilado. Todavia, este evento requer algumas condições, como o ambiente anaeróbico, população suficiente de bactérias redutoras de ácido láctico e níveis adequados de substratos na forma de carboidratos solúveis. Pode-se avaliar a eficácia deste processo através dos parâmetros pH, concentração de ácidos orgânicos e percentual de nitrogênio amoniacal (MANNETJE, 1999).

A capacidade tampão afeta a velocidade com que será atingido o pH para inibição da atividade clostridiana, e, conseqüentemente, o crescimento e a ação destes e de outros microrganismos indesejáveis, que são responsáveis pelas fermentações secundárias no interior dos silos (McDONALD et al., 1991), além de haver a produção de compostos prejudiciais para o processo fermentativo, como o nitrogênio amoniacal, que está associado à degradação de aminoácidos durante a ensilagem, podendo esta acarretar ocorrência ou não de proteólise (OTERO & ESPERANCE, 1994).

O teor de nitrogênio amoniacal, em porcentagem do nitrogênio total ( $N-NH_3/NT$ ), é um dos parâmetros qualitativos da silagem, o que pode caracterizar o perfil fermentativo ocorrido no processo. Menores teores de  $N-NH_3/NT$ , indicam menor intensidade de proteólise

ocorrida na silagem. Sendo assim, caracteriza-se como um processo de melhor qualidade (IGARASI, 2002). As silagens são consideradas muito boas quando os teores de N-NH<sub>3</sub>/NT são inferiores a 10%, adequada quando os teores encontram-se entre 15% a 20% e insatisfatória, quando os teores se situam acima de 20% (MCDONALD et al., 1991).

O entendimento dos mecanismos que propiciam a manutenção do valor nutritivo da forragem, minimizando as perdas de nutrientes, ou mesmo alterações que resultem em desequilíbrio entre os nutrientes, é de fundamental importância para aumentar a eficiência da utilização de forragens conservadas, uma vez que, nos sistemas de produção intensivos, há limitações acentuadas para a produção de forragem de alta qualidade durante todo o ano (REIS & SILVA, 2006).

## **2.2 Aditivos para silagem de capim**

A adição de produtos externos ao processo de ensilagem surgiu como forma de melhorar o resultado final da fermentação, alterando a matéria seca, os carboidratos solúveis e diminuindo o pH do material ensilado. Embora o controle da fermentação seja importante, atenção também tem sido dada aos métodos para melhorar o valor nutricional do produto final e reduzir as perdas de matéria seca (WOOLFORD, 1984; LOBO, 2006).

A composição química e o valor nutritivo das silagens podem ser modificados por meio da utilização de aditivos ao capim no momento da ensilagem, os quais podem ser compostos por ácidos, sais, carboidratos fermentáveis ou culturas de bactérias lácticas, além de enzimas. Os aditivos têm dois principais propósitos na silagem: influenciar o processo fermentativo, favorecendo a conservação dos alimentos, e melhorar o seu valor nutricional (KEPLIN, 2006). Entretanto, é fundamental lembrar que a utilização de aditivos não elimina os cuidados normais para obtenção de boas silagens, como a época de corte, a compactação da forragem e a vedação do silo (PACHECO et al., 2013).

Há grande variedade de aditivos utilizados para melhorar a qualidade das silagens, no entanto, deve-se considerar a eficácia e a viabilidade dos mesmos. Os aditivos podem ser classificados, segundo McDonald (1981), em estimulantes da fermentação (culturas bacterianas e fontes de carboidratos); inibidores da fermentação (ácidos e outros); inibidores da deterioração aeróbia; nutrientes e absorventes.

Um bom aditivo para ensilagem de gramíneas tropicais deve apresentar alto teor de matéria seca, alta capacidade de retenção de água, boa palatabilidade, além de fornecer

carboidratos para fermentação, ser de fácil manipulação, baixo custo e fácil aquisição (IGARASI, 2002; BERGAMASCHINE et al., 2006).

### **2.3 Coprodutos da extração da polpa de frutas**

A fruticultura apresenta inúmeras vantagens econômicas e sociais, como elevação do nível de emprego, fixação do homem no campo, melhor distribuição da renda regional, geração de produtos de alto valor comercial e comercialização no mercado interno e no mercado externo. Os índices de produtividade e os resultados comerciais obtidos nas últimas safras são fatores que demonstram a vitalidade desse setor, que só tende a crescer e a se desenvolver (IBGE, 2011).

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de frutas, com uma produção que supera os 40,0 milhões de toneladas (IBRAF, 2008). A base agrícola da cadeia produtiva das frutas abrange 3,0 milhões de hectares e gera 6,0 milhões de empregos diretos. A presença brasileira no mercado externo, com a oferta de frutas tropicais e de clima temperado durante boa parte do ano, é possível pela extensão territorial do país, posição geográfica e condições de clima e solo privilegiados. No ano de 2011, foram colhidas 45,1 milhões de toneladas, 7,1% superior ao ano anterior, quando os volumes colhidos foram de 42,1 milhões de toneladas (SEAB, 2012).

Ao longo dos anos, a fruticultura brasileira vem se preparando para competir mais ativamente no mercado internacional, e para aumentar sua participação na economia interna do país. Segundo o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF, 2008), o mercado mundial de frutas cresceu US\$ 1 bilhão ao ano, em média, até o ano de 2008. Ainda hoje, o cenário é favorável e com perspectiva animadora de crescimento de demanda por frutas nos mercados interno e externo.

O processamento de frutas pelas indústrias gera grandes quantidades de coprodutos, que podem ser perfeitamente utilizados no desenvolvimento de novos produtos alimentícios, aumentando seu valor agregado. É interessante também lembrar que, o aproveitamento destes coprodutos irá contribuir muito para a melhoria do meio ambiente, tendo em vista os grandes volumes produzidos pelas agroindústrias, sendo estes eliminados em locais inadequados (POMPEU et al. 2006; UCHOA et al. 2008). Desta forma, estes coprodutos são considerados, em muitos casos, custo operacional para as empresas ou fonte de contaminação ambiental (LOUSADA JÚNIOR et al., 2005). Entretanto, alguns produtores conscientes tentam

minimizar os impactos, destinando estes materiais à produção de fertilizantes ou ração animal (LIMA, 2001).

Para verificar as possibilidades de uso dos coprodutos na alimentação dos animais, além das características nutricionais, deve-se considerar a disponibilidade do material ao longo do ano. Apesar da produção de algumas frutas apresentarem maiores ofertas em determinados períodos do ano, esta sazonalidade tende a diminuir com o crescimento da fruticultura irrigada e com a adoção de novas tecnologias, o que pode gerar maior disponibilidade de frutas para as agroindústrias, e, conseqüentemente, maior produção de coprodutos, independente da época do ano (BURGI, 1995; ROGÉRIO et al., 2003).

#### **2.4 Coprodutos da extração de polpa de frutas como aditivos em silagens de capim**

A utilização de coprodutos da agroindústria processadora de frutas na nutrição animal pode contribuir para a adoção de princípios da conservação do meio ambiente, visto que as agroindústrias têm grandes dificuldades em escoar os mesmos, o que os torna potenciais causadores de contaminação ambiental. Portanto, a utilização desses coprodutos como aditivos nas silagens de capim pode minimizar os danos e prejuízos causados ao ambiente, em função do desperdício de produtos com alto valor nutritivo e com conseqüente degradação de solos e rios (PEREIRA et al., 2009).

O abacaxi (*Ananas comosus*) é uma das frutas mais populares do mundo e tem o Brasil como um dos principais centros produtores da espécie. Entretanto, durante a industrialização do abacaxi, os resíduos podem representar de 30 a 40% do peso da matéria-prima processada. A silagem de resíduos agroindustriais de abacaxi, por apresentar características nutricionais próximas à da silagem de milho, poderia ser utilizada como fonte de volumoso para animais em confinamento, pois, além da qualidade nutricional, é um produto de baixo custo por ser considerado um resíduo (PRADO et al., 2003).

Trabalhando com coproduto do abacaxi, obtido após o processamento de sucos e polpas e desidratado ao sol, Pompéu et al. (2006), verificaram que a adição de 20% deste coproduto na matéria natural do capim-elefante, propiciou aumento nos teores de matéria seca nas silagens de capim-elefante e redução nos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido das silagens, promovendo melhorias no valor nutritivo das silagens, sem comprometer o processo fermentativo. Ferreira et al. (2009) constataram que o coproduto do abacaxi, também obtido após o processamento pela agroindústria e desidratado ao sol até que

atingisse de 13% a 16% de umidade, adicionado em níveis de até 14% na matéria natural do capim-elefante, melhora o valor nutritivo das silagens e possibilita maiores consumos de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e energia digestíveis.

O maracujá (*Passiflora edulis*) tem seus maiores produtores localizados na América do Sul, sendo o Brasil o primeiro produtor e consumidor mundial (IBGE, 2005). A casca de maracujá pode ser utilizada como um volumoso de boa qualidade em dietas de ruminantes, fornecida na sua forma natural ou incorporada ao capim elefante na forma desidratada. Entre os coprodutos disponíveis, o maracujá tem se destacado pelo grande volume produzido.

Além de contribuírem para a melhoria do padrão fermentativo das silagens de capim-elefante, o coproduto do maracujá, quando adicionados em níveis adequados, podem contribuir para o aumento do valor nutritivo das silagens produzidas (LOUSADA JÚNIOR et al., 2006).

A adição de casca de maracujá desidratada ao capim-elefante, em níveis de até 30%, foi avaliada por Cruz et al. (2011), os quais observaram melhora na composição da silagem e aumento nos teores de matéria seca e proteína bruta, o que garante níveis mínimos de proteína para o funcionamento ruminal e melhora no processo fermentativo dentro do silo.

Como a maioria dos frutos tropicais, a goiaba (*Psidium guajava* L.) é consumida *in natura*, o que corresponde a cerca de 57% da produção, pois, devido à sua perecibilidade, grande parte do comércio vem sendo a venda da fruta para a elaboração de produtos industrializados, tais como doces, geleias, sucos, polpas, iogurtes, sorvetes, entre outros. Segundo ARRAES (2000), a goiaba apresenta rendimento de suco de 75%, gerando cerca de 25% de resíduos, que podem variar segundo métodos utilizados no processamento, finalidade de produção, equipamentos utilizados e eficiência dos mesmos.

De acordo com Gonçalves et al. (2004), a adição de 16,54% do coproduto da goiaba na matéria natural do capim-elefante fez com que o nível ideal mínimo de 30% de matéria seca fosse alcançado, reduzindo a umidade da massa ensilada. NEIVA et al. (2002) em um estudo semelhante, observaram que os teores de matéria seca também aumentaram com a adição do coproduto da goiaba em até 15%.

A cultura do morango (*Fragaria vesca*) tem importante participação socioeconômica, principalmente em regiões de clima temperado e subtropical, destacando-se pela alta rentabilidade e demanda intensa de mão de obra (SANTOS, 2003). Segundo Antunes et al. (2010), o Estado de Minas Gerais está em primeiro lugar no ranking de produção nacional de

morangos, com cerca de 40 mil toneladas/ano, seguido pelos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul.

Em geral, os morangos, após atingirem o estágio de maturação avançado, não atendem às exigências de comercialização *in natura*, pois os mesmos perdem em qualidade quanto à textura e à aparência (BOBBIO & BOBBIO, 2001). Desta forma, estes produtos podem ser destinados e aproveitados no processamento agroindustrial, reduzindo as perdas pós-colheita, o que pode favorecer os agricultores familiares através da agregação de valor ao produto, ser fonte alternativa de renda (geleias, compotas, doces) e contribuir com a alimentação animal, agregando valor nutritivo aos alimentos fornecidos aos animais. Segundo Bobbio & Bobbio (2001), os benefícios esperados pela introdução de tecnologias ou práticas pós-colheita incluem a diminuição de perda, a melhoria da qualidade (cor, sabor, aroma e aparência), maior tempo de comercialização e maior valorização do produto. Porém, ainda não há resultados na literatura quanto à utilização dos coprodutos do morango na alimentação animal, principalmente no que diz respeito à confecção de silagem.

A escassez de dados, particularmente no que diz respeito à utilização de coprodutos da agroindústria processadora de frutas na alimentação de ruminantes, têm representado perdas econômicas no que diz respeito à supressão de material de reconhecido valor nutritivo e contaminante ambiental, já que grande parte desses resíduos é acumulada a céu aberto, sem ser executado nenhum tipo de tratamento (ROGÉRIO et al., 2004). Portanto, torna-se necessário o estudo que viabilize a utilização destes coprodutos na alimentação animal, como por exemplo, avaliando-se a inclusão para a confecção de silagens.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), situada no Município de Diamantina, Minas Gerais, Brasil, com o uso de coprodutos da agroindústria processadora de frutas FRUTIVALE, localizada em Datas, Minas Gerais.

Foram estudados coprodutos da extração da polpa do abacaxi (AM), do morango (MO), da goiaba (GO), cascas do abacaxi (AC) e do maracujá (MC), adicionados ao capim-elefante durante a ensilagem, nas proporções de 0,0%; 12,5%; 25,0%; 37,5% e 50,0%. Na Tabela 1, está relacionada a composição bromatológica do material utilizado na confecção das silagens.

Os silos experimentais foram confeccionados com capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), proveniente de uma capineira pré-estabelecida, na Fazenda Experimental do Moura, pertencente à UFVJM, localizada em Curvelo em Minas Gerais. O capim foi colhido manualmente aos 150 dias de crescimento e passado em picadora estacionária para ensilar, juntamente com os coprodutos, devido ao alto teor de matéria seca do capim-elefante. Os coprodutos foram obtidos após o processamento do fruto para extração do suco, através da utilização de facas rotantes e centrífuga para separar a polpa do coproduto.

Após a adição dos coprodutos à forragem, nas proporções conforme tratamento fez-se a homogeneização e o material foi ensilado em silos laboratoriais feitos de tubos de PVC de 100 mm de diâmetro e 450 mm de comprimento e a compactação foi feita com o uso de soquetes de madeira. Para enchimento dos silos, considerou-se a densidade de 600 kg de forragem com as devidas inclusões por metro cúbico. Os silos foram vedados no momento da ensilagem, com tampas de PVC providos de válvulas tipo Bunsen, e, posteriormente, lacradas com fita adesiva.

Após 180 dias, os silos foram abertos no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFVJM. No momento da abertura dos silos, o material foi homogeneizado e uma parte do conteúdo de cada silo foi prensada com o auxílio de uma prensa hidráulica para a extração do suco da silagem, a partir do qual uma parte foi utilizada para determinar os valores de pH, empregando-se um potenciômetro com escala expandida, da marca Tecnocon mPA 210, e outra parte foi conservada com ácido sulfúrico a 0,036 N e congelada para posterior determinação do teor de nitrogênio amoniacal, por destilação com óxido de magnésio (AOAC, 1995). A outra parte do conteúdo do silo foi colocada em bandeja, pesada e posteriormente pré-secada em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. As amostras pré-secas foram moídas em moinho estacionário, com peneira de 1 mm (AOAC, 1995) e acondicionadas em potes plásticos para posteriores análises.

As análises químico-bromatológicas do material antes de ensilar e das silagens referentes aos teores de matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo, proteína bruta, cálcio por oxidimetria, fósforo por colorimetria foram feitas conforme AOAC (1995), componentes da parede celular de forma sequencial pelo método proposto por Van Soest et al. (1991) e carboidratos solúveis em álcool (BAILEY, 1967).

Tabela 01: Composição químico-bromatológica do capim-elefante, da casca do maracujá e do abacaxi, da polpa do abacaxi, do morango e da goiaba.

	CE	MC	AC	AM	MO	GO
MS	45,03	23,08	25,68	21,86	22,26	42,03
PB	3,27	8,21	7,09	5,74	15,46	8,92
PIDN/NT	15,95	6,48	8,83	9,78	20,77	5,46
PIDA/NT	10,32	4,39	4,09	5,09	11,67	4,99
EE	2,33	1,16	1,86	0,80	4,79	8,26
CHOS	0,27	1,59	3,40	7,73	1,38	0,53
FDN	71,25	40,59	44,22	35,87	49,49	73,11
FDA	39,82	28,15	18,60	14,55	35,54	50,59
NIDN	0,08	0,09	0,10	0,09	0,30	0,14
NIDA	0,05	0,06	0,05	0,05	0,17	0,12
HCEL	30,53	12,57	25,77	21,13	14,17	22,71
CEL	34,27	15,30	7,56	3,60	14,69	16,87
LIG	11,99	11,11	7,29	9,03	19,51	32,97
MM	4,79	5,96	3,02	1,97	2,75	1,59
Ca	0,88	0,54	0,60	0,60	0,58	0,31
P	0,003	0,001	0,005	0,001	0,015	0,020

MC – maracujá casca; AC – abacaxi casca; AM – abacaxi massa; MO – morango; GO – goiaba; CE – capim-elefante; MS – matéria seca; PB – proteína bruta; PIDN/NT – proteína insolúvel em detergente neutro em porcentagem do nitrogênio total; PIDA/NT – proteína insolúvel em detergente ácido em porcentagem do nitrogênio total; EE – extrato etéreo; CHOS – carboidratos solúveis; FDN – fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido; NIDN – nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA – nitrogênio insolúvel em detergente ácido; HCEL – hemiceluloses; CEL – celulose; LIG – lignina; MM – matéria mineral; Ca – cálcio; P – fósforo.

Para a avaliação do efeito dos tratamentos, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x5 (coproduto x nível de inclusão), sendo empregado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + T_j + FT_{ij} + e_{ijk}$$

em que:  $Y_{ijk}$  = observação "k" do coproduto de fruta "i" no nível de inclusão na silagem "j";  $\mu$  = média geral;  $F_i$  = efeito do coproduto de fruta "i" (MC, AC, AM, MO e GO);  $T_j$  = efeito do nível de inclusão "j" (j = 0,0; 12,5; 25,0; 37,5 e 50,0%);  $FT_{ij}$  = efeito da interação do coproduto de fruta "i" com o nível de inclusão "j";  $e_{ijk}$  = erro experimental. Para a

determinação dos efeitos da inclusão dos coprodutos das frutas na ensilagem do capim-elfante, foram realizadas análises de regressão através do PROC REG do software SAS 9.0 (2002), com nível de significância de 5%.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para MS. Houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ) com os diferentes NI do MC, AC, AM e MO na silagem de CE para os teores de MS, não havendo efeito significativo com os diferentes NI do GO ( $P > 0,05$ ). As equações de regressão obtidas para os teores de MS podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2: Equações de regressão para os teores de matéria seca na silagem de capim-elfante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coproduto	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	$MS = 34,302 - 0,434NI + 0,004NI^2$	0,87	<0,0001	6,22
AC	$MS = 33,296 - 0,359NI + 0,003NI^2$	0,95	<0,0001	3,40
AM	$MS = 33,555 - 0,242NI$	0,80	<0,0001	7,80
MO	$MS = 34,831 - 0,447NI + 0,005NI^2$	0,90	<0,0001	4,82
GO	$MS = 33,70$	-	NS	4,94

MS - matéria seca; MC - casca de maracujá; AC - casca de abacaxi; AM - coproduto do abacaxi; MO - coproduto do morango; GO - coproduto da goiaba; R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação da equação de regressão; P - nível de significância do modelo de regressão; CV - Coeficiente de variação; NS - modelo de regressão não significativo ( $P > 0,05$ ).

De acordo com as equações de regressão, verificou-se que as silagens com inclusões de MC, AC, AM e MO em níveis de inclusão (NI) acima de 11%, 10%, 14% e 12,5%, respectivamente, apresentaram teores de MS abaixo do recomendado por McDonald (1981), em que teores ideais de MS devem permanecer entre 30% e 35% para que as silagens possam ser consideradas de boa qualidade.

Este fato ocorreu devido ao baixo teor de MS presente nos coprodutos no momento da ensilagem, visto que estes foram utilizados *in natura*, e, quanto maior o NI, maior o teor de

umidade adicionado, o que é indesejável para haver um processo fermentativo satisfatório dentro dos silos.

O CE foi utilizado com idade avançada, e apresentou alto teor de MS à ensilagem (aproximadamente 45%). Portanto, a utilização dos coprodutos contribuiu para diminuir o teor de MS das silagens, favorecendo a utilização do CE com 150 dias.

Na literatura, são comumente encontrados trabalhos avaliando a inclusão dos coprodutos desidratados, em função do alto teor de umidade presente nos coprodutos *in natura*. Entretanto, Lira Júnior (2011), trabalhando com diferentes inclusões de casca de maracujá *in natura*, na ensilagem de capim-elefante, em diferentes tempos de emurchecimento, encontrou teores decrescentes de MS nas silagens, em função dos baixos teores de MS encontrados no material à ensilagem (10,5% no MC e 21,01% no CE). Comportamento contrário foi observado no trabalho de Cruz et al. (2011), em que os autores avaliaram a inclusão de 0%; 10%; 20% e 30% de casca de maracujá desidratada (CMD) na silagem de capim-elefante (CE) e encontraram teores de MS de 23,2%; 28,9%; 33,1% e 41,8%, respectivamente. O mesmo comportamento foi observado por Pompéu et al. (2006), quando trabalharam com inclusões de 0%; 5%; 10%; 15% e 20% na silagem de capim-elefante, obtendo teores próximos a 26% de MS quando 20% de CMD foi utilizado.

Ferreira et al. (2009), ao avaliarem a inclusão de 0%; 3,5%; 7,0%; 10,5% e 14% do coproduto do abacaxi desidratado (CAD) na silagem de capim-elefante (CE), encontraram teores de MS de 19,38%; 20,40%; 23,29%; 24,77% e 27,54%. Resultado semelhante foi obtido por Oliveira Filho et al. (2002), em que, ao avaliarem a inclusão de 0%; 5%; 10%; 15% e 20% do CAD ao CE, encontraram teores de MS de 28,89% quando 20% de SAD foi utilizado.

Quanto aos teores de MS do GO, não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) com os diferentes níveis de inclusão deste coproduto na silagem de capim-elefante, visto que em todos os níveis de inclusão, mantiveram-se os teores médios de MS em, aproximadamente, 33%. Este fato pode ter ocorrido devido ao alto teor de MS encontrado no CE e no GO no momento da ensilagem, o que fez com que os teores de MS da silagem fossem mantidos constantes.

Gonçalves et al. (2004) avaliaram a inclusão do coproduto da goiaba desidratado (88,80% de MS à ensilagem) na silagem de CE (23,20% de MS à ensilagem), nos NI de 0%, 5%, 10%, 15% e 20%, e encontraram teores de MS de 21,90%, 23,90%, 27,10%, 30,30% e

32,70%, respectivamente, evidenciando que a utilização do coproduto da goiaba favorece o aumento nos teores de MS, quando utilizado após o processo de desidratação.

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para CHOS. Houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ) com os diferentes NI do MC, AC e MO na silagem de CE para os teores de CHOS, não havendo efeito significativo com os diferentes NI do AM e do GO. As equações de regressão obtidas para os teores de CHOS podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3: Equações de regressão para os teores de carboidratos solúveis na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coproduto	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	$CHOS = 0,033 + 0,006NI - 0,00009NI^2$	0,41	0,0043	41,12
AC	$CHOS = 0,032 + 0,001NI$	0,45	0,0006	40,70
AM	$CHOS = 0,04$	-	NS	47,50
MO	$CHOS = 0,041 + 0,003NI - 0,00008NI^2$	0,23	0,0399	66,16
GO	$CHOS = 0,03$	-	NS	61,73

CHOS – carboidratos solúveis; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba. R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão. P – nível de significância do modelo de regressão. CV – Coeficiente de variação. NS – modelo de regressão não significativo ( $P > 0,05$ ).

Em relação às inclusões de MC, AC e MO, na ensilagem de CE, houve um incremento de CHOS de 1,59%, 3,40% e 1,38%, respectivamente ao CE, que apresentou, no momento da ensilagem, 0,27% de CHOS. De acordo com as equações da análise de regressão (Tabela 3), verificou-se que, com a inclusão do MC, os teores de CHOS decresceram a teores abaixo do material original (Tabela 1), alcançando teores residuais próximos ao nível máximo de 0,11% de CHOS com a inclusão de 50% de MC e nível mínimo de 0,03% nas silagens exclusivas de CE, o que demonstra que houve o consumo de CHOS durante o processo fermentativo. A inclusão do AC proporcionou acréscimo de 0,001 pontos percentuais para cada 1% de adição deste coproduto, alcançando teores residuais próximos a 0,08% de CHOS, nas silagens com 50% de inclusão do AC, segundo equações de regressão apresentadas na Tabela 3. Quanto à inclusão do MO, verificou-se que os teores de CHOS alcançaram taxas residuais próximos ao nível máximo de 0,07% com a inclusão de 25% do MO, e teores mínimos próximos a 0,0%,

com a inclusão de 50% deste coproduto nas silagens. Segundo McDonald (1981), o material a ser ensilado deve apresentar teores de CHOS acima de 3%, pois, assim, o aporte de CHOS seria suficiente para assegurar uma boa fermentação dentro dos silos.

De acordo com as equações da análise de regressão (Tabela 3), verificou-se que as silagens com inclusões de MC, AC e MO apresentaram baixos teores médios residuais de CHOS, demonstrando que houve o consumo de CHOS durante o processo fermentativo.

Segundo Tomich et al. (2003), os carboidratos solúveis, ou açúcares (mono e dissacarídeos), são os principais substratos utilizados pelas bactérias lácticas para que haja a fermentação láctica no interior dos silos. A quantidade de carboidratos solúveis, requerida para uma fermentação eficiente, depende da quantidade de ácido que será necessária para a redução do pH a níveis apropriados à conservação do material ensilado, e que, segundo McDonald (1981), devem ser iguais ou inferiores a 3,8 unidades de pH.

Com a inclusão do AM e GO na ensilagem de CE houve incremento de CHOS em 7,73% e 0,53%, respectivamente (Tabela 1). Porém, não houve efeito significativo com as inclusões destes coprodutos nas silagens de CE, demonstrando que, para todos os níveis de inclusão destes coprodutos, os teores residuais de CHOS permaneceram entre 0,04% e 0,03%, respectivamente, pois também houve o consumo de CHOS durante o processo fermentativo dentro dos silos.

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para pH. Houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ) com os diferentes NI do MC, AC, AM, MO e GO na silagem de CE para os valores de pH. As equações de regressão obtidas para o pH, podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4: Equações de regressão para os valores de pH na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coproducto	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	$\text{pH}=3,812-0,024\text{NI}+0,0003\text{NI}^2$	0,80	0,0001	2,29
AC	$\text{pH}=3,668-0,002\text{NI}$	0,26	0,0130	2,05
AM	$\text{pH}=3,732-0,017\text{NI}+0,0002\text{NI}^2$	0,41	0,0044	2,81
MO	$\text{pH}=3,780-0,006\text{NI}$	0,59	0,0001	2,71
GO	$\text{pH}=3,735+0,003\text{NI}$	0,21	0,0214	2,49

pH – potencial hidrogeniônico; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba; R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão; P – nível de significância do modelo de regressão; CV – Coeficiente de variação.

Verificou-se que as silagens com inclusões de MC, AC, AM, MO e GO apresentaram unidades de pH dentro dos recomendados por McDonald (1981), que sugere que o pH seja igual ou inferior a 3,8 unidades para que as silagens possam ser consideradas de muito boa qualidade.

De acordo com as equações da análise de regressão (Tabela 4), verificou-se que, com a inclusão do MC, o pH alcançou unidades próximas ao nível máximo de 3,81 unidades de pH nas silagens exclusivas de CE, e o nível mínimo de 3,33 unidades de pH nas silagens com 37,5% de inclusão do MC.

A inclusão do AC proporcionou decréscimo de 0,002 unidades de pH para cada 1% de adição deste coproduto, alcançando unidades de pH próximos a 3,57 nas silagens com 50% de inclusão do AC, segundo equações de regressão apresentadas na Tabela 4.

Quanto a inclusão do AM nas silagens de CE, verificou-se que o pH alcançou unidades próximas ao nível máximo de 3,71 unidades de pH com 42,2% de inclusão deste coproduto, e o nível mínimo de 3,38 unidades de pH nas silagens com 50% de inclusão do AM (Tabela 4).

Em relação à inclusão do MO, houve decréscimo de 0,006 pontos percentuais para cada 1% de adição deste coproduto, alcançando unidades de pH próximos a 3,48 em silagens, com 50% de inclusão deste coproduto. Efeito contrário foi observado com a inclusão do GO nas silagens de CE, pois houve acréscimo de 0,003 unidades de pH para cada 1% de adição

deste coproduto, alcançando unidades de pH próximos a 3,89, com 50% de adição deste coproduto.

Uma fermentação conveniente à conservação do material ensilado, deve ser capaz de determinar a rápida queda do pH deste material que foi estocado (TOMICH et al., 2003). Para tanto, é necessário que haja um ambiente anaeróbico, população suficiente de bactérias produtoras de ácido láctico e níveis adequados de substrato na forma de CHOS, impedindo a ocorrência de fermentações secundárias indesejáveis e a perda de nutrientes pela elevada quantidade de efluentes produzidos (McDONALD et al., 1991).

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para  $NNH_3/NT$ . Houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ), com os diferentes NI do MC, AC, AM, MO e GO na silagem de CE para os teores de  $NNH_3/NT$ . As equações de regressão obtidas para os teores de  $NNH_3/NT$ , podem ser observados nas Tabelas 5.

Tabela 5: Equações de regressão para os teores de nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coproduto	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	$NNH_3/NT = 3,518 - 0,017NI$	0,25	0,0150	16,20
AC	$NNH_3/NT = 3,30 - 0,025NI$	0,43	0,0010	18,69
AM	$NNH_3/NT = 3,65 - 0,032NI$	0,60	0,0001	16,29
MO	$NNH_3/NT = 3,48 - 0,041NI$	0,63	0,0001	23,39
GO	$NNH_3/NT = 3,76 - 0,088NI + 0,001NI^2$	0,57	0,0003	16,17

$NNH_3/NT$  – nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba; R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão; P – nível de significância do modelo de regressão; CV – Coeficiente de variação.

Observou-se níveis decrescentes de  $NNH_3/NT$  nas silagens (Tabela 5), o que demonstra, para esta variável, em todos os níveis de inclusão de todos os coprodutos, houve resposta satisfatória no produto final, no que diz respeito à qualidade da silagem.

Os teores de  $NNH_3/NT$  diminuíram, linearmente, à medida que se aumentou os NI do MC, com decréscimo de 0,017 pontos percentuais para cada 1% de inclusão na silagem, alcançando teores próximos a 2,7%, com a inclusão de 50% deste coproduto. O mesmo

comportamento foi observado com as diferentes inclusões do AC nas silagens, pois os teores de  $\text{NNH}_3/\text{NT}$  diminuíram linearmente à medida que se aumentou os NI do AC, com decréscimo de 0,025 pontos percentuais para cada 1% de inclusão na silagem, alcançando teores próximos a 2%, com a inclusão de 50% deste coproduto. Este comportamento também foi observado com as diferentes inclusões do AM e do MO nas silagens, pois os teores de  $\text{NNH}_3/\text{NT}$  diminuíram linearmente à medida que se aumentou os NI desses coprodutos, com decréscimo de 0,032 e 0,041 pontos percentuais para cada 1% de inclusão na silagem, alcançando teores próximos a 2% e 1,43%, respectivamente, com a inclusão de 50% desses coprodutos.

Observou-se efeito significativo para os teores de  $\text{NNH}_3/\text{NT}$ , com os diferentes NI do GO nas silagens de CE, conforme equação de regressão apresentada na Tabela 5. Observaram-se valores mínimos e máximos de 1,86% e 3,76% para as silagens com 50% de GO e 0% de inclusão deste coproduto, respectivamente.

Para avaliar os produtos da fermentação dentro dos silos, quanto maior o teor de  $\text{NNH}_3/\text{NT}$ , menor a qualidade da silagem, ou seja, ocorre degradação de compostos nitrogenados (proteína verdadeira, peptídios, aminoácidos, aminas e amidas) pelas bactérias do gênero *Clostridium* até amônia (CÂNDIDO et al., 2007). Esta amônia formada, além de inibir o consumo da silagem, altera o curso da fermentação, impedindo a rápida queda do pH do material que foi ensilado (TOMICICH et al., 2003). Portanto, segundo Van Soest (1994), em silagens bem conservadas, os aminoácidos constituem a maior parte da fração de nitrogênio não proteico (NNP) e a amônia está presente em baixas concentrações, como foi observado neste trabalho.

Assim, os teores de  $\text{NNH}_3/\text{NT}$ , associados aos teores de pH encontrados nas silagens, demonstram que os coprodutos adicionados ao CE foram capazes de favorecer o processo fermentativo dentro dos silos, e, assim, gerar um produto considerado de muito boa qualidade em todos os níveis de inclusão avaliados.

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para PB. Houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ) com os diferentes NI do MC, AC, AM, MO e GO na silagem de CE para os teores de PB. As equações de regressão, obtidas para os teores de PB, podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6: Equações de regressão para os teores de proteína bruta na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coproducto	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	PB=4,119+0,020NI	0,20	0,0281	14,59
AC	PB=3,754+0,013NI	0,18	0,0363	11,53
AM	PB=3,569+0,020NI	0,39	0,0019	10,98
MO	PB=3,698+0,055NI	0,75	0,0001	11,43
GO	PB= 3,758+0,045NI	0,83	0,0001	7,56

PB – proteína bruta; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba. R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão; P – nível de significância do modelo de regressão; CV – Coeficiente de variação.

Observou-se comportamento linear crescente desta variável, com a inclusão de todos os coprodutos, ou seja, para cada 1% de inclusão dos coprodutos do MC, AC, AM, MO e GO, houve um acréscimo de 0,020, 0,013, 0,020, 0,055 e 0,045 pontos percentuais nos teores de PB das silagens, alcançando teores de 5,12%, 4,40%, 4,57%, 6,45% e 6,01%, respectivamente, com o maior NI dos coprodutos (50%). Todavia, com a inclusão dos coprodutos à ensilagem, houve o efeito de adição de PB ao CE, visto que os coprodutos *in natura* apresentaram teores mais altos desta variável do que o CE, que apresentou 3,27% de PB no momento da ensilagem (Tabela 1).

A inclusão de níveis crescentes (até 50%) dos coprodutos ao CE não foram suficientes para alcançar os níveis recomendados por Van Soest (1994), em dietas para ruminantes, visto que este autor recomenda o teor mínimo de PB em torno de 6% a 8%, para proporcionar um adequado desenvolvimento dos microrganismos ruminais, pois, teores abaixo destes valores, podem afetar a fermentação ruminal, por haver a diminuição da atividade microbiana causada pela deficiência de nitrogênio, o que pode interferir no consumo voluntário e no coeficiente de digestibilidade da forrageira.

Comportamento semelhante foi observado no trabalho de Neiva et al. (2006), em que os autores avaliaram o valor nutritivo da silagem de capim-elefante, enriquecida com coproduto do maracujá desidratado (CMD). Neste trabalho, os autores avaliaram níveis de inclusão de 0%; 3,5%; 7,0%; 10,5% e 14% de CMD na silagem de CE e encontraram teores de PB de 5,8%; 6,8%; 7,7%; 8,2% e 8,3%, respectivamente. Cruz et al. (2011), encontraram teores mais elevados de PB, em consequência dos maiores níveis de inclusão de CMD

utilizados no trabalho, obtendo teores de 4,8%; 8,5%; 10,2% e 11,9%, com a inclusão de 0%; 10%; 20% e 30% de CMD, respectivamente, evidenciando o efeito aditivo dos teores de PB dos coprodutos ao CE, durante o processo de ensilagem.

Ferreira et al. (2009), ao avaliarem a inclusão de 0%, 3,5%; 7,0%; 10,5% e 14% do coproduto do abacaxi desidratado (CAD) na silagem de CE, encontraram teores de PB de 4,77%, 5,34%, 5,55%, 5,92% e 5,97%, respectivamente, também evidenciando o efeito aditivo do coproduto à ensilagem, visto que o capim-elefante apresentou 4,3% de PB e o CAD, 9,2%.

Gonçalves et al. (2004), avaliaram a inclusão do coproduto da goiaba desidratado (CGD) ao CE, nos NI de 0%, 5%, 10%, 15% e 20%, e encontraram teores de PB nas silagens de 4,60%, 5,00%, 5,70%, 5,90% e 6,20%, respectivamente, também evidenciando o efeito aditivo nos teores de PB das silagens, visto que o CGD apresentou 7,80% de PB à ensilagem e o CE, 4,50%.

O CE, utilizado neste trabalho, foi cortado aos 150 dias e o baixo teor de PB encontrado no CE à ensilagem está relacionado à idade da forrageira, pois, à medida que se avança a idade da forrageira, diminui-se o percentual de folhas, e, conseqüentemente, o conteúdo celular, que é o local onde se encontra o maior percentual das proteínas (VAN SOEST, 1994).

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para PIDN/NT. Houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ), com os diferentes NI do AM, do MO e do GO, na silagem de CE para os teores de PIDN/NT, não havendo efeito significativo com a inclusão do MC e do AC. As equações de regressão obtidas para os teores de PIDN/NT podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 7: Equações de regressão para os teores de proteína insolúvel em detergente neutro em percentual do nitrogênio total na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coproducto	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	PIDN/NT=13,03	-	NS	15,16
AC	PIDN/NT=15,28	-	NS	14,51
AM	PIDN/NT=16,168+0,207NI-0,004NI <sup>2</sup>	0,24	0,0361	10,07
MO	PIDN/NT=13,996+0,287NI-0,004NI <sup>2</sup>	0,53	0,0006	10,74
GO	PIDN/NT=17,743+0,234NI	0,71	0,0004	18,17

PIDN/NT – proteína insolúvel em detergente neutro em percentual do nitrogênio total; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba. R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão; P – nível de significância do modelo de regressão; CV – Coeficiente de variação; NS – modelo de regressão não significativo (P>0,05).

Observou-se que as silagens com inclusões de AM e MO apresentaram teores crescentes de PIDN/NT até os níveis máximos de 26% e 35%, alcançando teores próximos a 18,85% e 19,14%, respectivamente, situação caracterizada pelo comportamento quadrático da equação de regressão. A partir destes níveis de inclusão, até o nível de 50%, verificou-se um decréscimo nesses teores, alcançando teores de 16,52% de PIDN/NT para o AM e 18,35% para o MO. Este fato ocorreu devido ao acréscimo de PIDN/NT encontrados nestes coprodutos no momento da ensilagem, que apresentaram 9,8% de PIDN/NT no AM e 20,8% de PIDN/NT no MO, sendo adicionados ao CE que apresentou 15,95% de PIDN/NT.

Com a inclusão do GO, o comportamento linear observado pela equação de regressão (Tabela 7) demonstra que há um acréscimo de 0,234 pontos percentuais para cada 1% de inclusão deste coproduto, ou seja, à medida que aumenta-se a inclusão do GO ao CE, aumenta-se a PIDN/NT da silagem, visto que o GO apresentou 5,50% de PIDN/NT à ensilagem.

Com a inclusão do MC e AC na ensilagem de CE, houve acréscimo nos teores de PIDN/NT em 6,81% e 8,83%, respectivamente. Porém, não houve efeito significativo com as inclusões destes coprodutos nas silagens de CE, evidenciando-se que, para todos os NI destes coprodutos, os teores de PIDN/NT permaneceram entre 13,03% e 15,28%, respectivamente.

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos (P<0,0001), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para PIDA/NT. Houve efeito significativo (P<0,0001) com os diferentes NI do MC, AC e GO

na silagem de CE para os teores de PIDA/NT, não havendo efeito significativo com os diferentes NI do AM e MO. As equações de regressão obtidas para os teores de PIDA/NT podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8: Equações de regressão para os teores de proteína insolúvel em detergente ácido em percentual do nitrogênio total na silagem de capim-elefante adicionado 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coproducto	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	$PIDA/NT=7,204-0,082N$	0,52	0,0002	27,05
AC	$PIDA/NT =7,716-0,069NI$	0,66	0,0001	15,02
AM	$PIDA/NT =8,31$	-	NS	19,23
MO	$PIDA/NT =6,72$	-	NS	31,80
GO	$PIDA/NT =9,152+0,384NI-0,006NI^2$	0,36	0,0092	19,91

PIDA/NT – proteína insolúvel em detergente ácido em percentual do nitrogênio total; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba. R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão. P – nível de significância do modelo de regressão. CV – Coeficiente de variação. NS – modelo de regressão não significativo (P>0,05).

Observou-se que, as silagens com os diferentes NI de MC e AC, apresentaram comportamento linear, com decréscimo nos teores de PIDA/NT, à medida que se incluiu estes coprodutos, ou seja, para cada 1% de inclusão do MC e AC, houve decréscimo de 0,082 e 0,069 pontos percentuais, respectivamente, alcançando teores de 3,10% para a inclusão de 50% de MC e 4,27% para a inclusão de 50% de AC. Devido às porcentagens de PIDA/NT encontrados no material *in natura* (Tabela 1), a inclusão destes coprodutos na silagem de CE pode favorecer a disponibilidade de proteína no produto final, visto que os teores de PIDA/NT diminuiriam, à medida que se aumentou os níveis de inclusão dos coprodutos supracitados.

Quanto às inclusões do GO ao CE, observou-se comportamento quadrático desta variável nas silagens, em que o teor máximo encontrado foi de, aproximadamente, 15,30%, com a inclusão de 32% do GO e o teor mínimo próximo de 9,15% nas silagens exclusivas de CE.

Com a inclusão do AM e MO, houve acréscimo de PIDA/NT em 5,09% e 11,67%, respectivamente, ao CE que, no momento da ensilagem, apresentou 10,32% de PIDA/NT. Porém, não houve efeito significativo com as inclusões destes coprodutos nas silagens de CE, demonstrando que, para todos os níveis de inclusão destes coprodutos, os teores de PIDA/NT permaneceram entre 8,31% e 6,72%, respectivamente, demonstrando que os teores de PIDA/NT diminuiriam à medida que estes coprodutos foram adicionados nas silagens.

Os teores de PIDN e PIDA representam a quantidade de nitrogênio do alimento, que é lenta ou parcialmente degradada (proteína indisponível). A PIDN pode ser degradada mais lentamente que a proteína presente no conteúdo celular. Já a PIDA é pouco degradada e, dependendo de suas ligações com a lignina, faz com que a proteína seja indisponível para o animal, ou seja, quanto maior a porcentagem de PIDN e PIDA em um alimento, menor ou mais lenta é a degradação da proteína (FREITAS, 2011).

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para FDN. Houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ), com os diferentes NI do MC, AC e MO na silagem de CE para os teores de FDN, não havendo efeito significativo com os diferentes NI do AM e GO. As equações de regressão obtidas para os teores de FDN podem ser observadas na Tabela 9.

Tabela 09: Equações de regressão para os teores de fibra em detergente neutro na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coprodutos	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	FDN=71,813-0,165NI	0,78	0,0001	2,35
AC	FDN=70,523-0,138NI	0,75	0,0001	2,12
AM	FDN=69,93	-	NS	2,64
MO	FDN=70,743-0,092NI	0,23	0,0188	4,12
GO	FDN=72,79	-	NS	2,64

FDN – fibra em detergente neutro; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba. R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão. P – nível de significância do modelo de regressão. CV – Coeficiente de variação. NS – modelo de regressão não significativo ( $P > 0,05$ ).

O CE, utilizado neste experimento, foi cortado aos 150 dias e o teor de FDN deste material à ensilagem foi de 71,25% e dos coprodutos do MC, AC e MO, foram de 40,59%, 44,22% e 49,50%, respectivamente. Porém, de acordo com a análise de regressão, verificou-se que as silagens, com o aumento da inclusão desses coprodutos, apresentaram decréscimo nos teores de FDN, já que houve comportamento linear dessa variável, em resposta aos diferentes níveis de inclusão desses coprodutos, com decréscimo de 0,165, 0,138 e 0,092 pontos percentuais para cada 1% de adição do MC, AC e MO, alcançando teores de 66,56%, 63,62% e 66,14%, respectivamente, quando 50% dos coprodutos foram adicionados ao CE.

Alimentos com altos teores de FDN podem influenciar a ingestão de alimentos em função do enchimento ruminal, e a inclusão deste coprodutos possibilitaram o decréscimo nesses teores, o que pode favorecer o consumo deste volumoso pelos ruminantes.

Quanto às inclusões de AM e GO, estes coprodutos apresentaram teores de FDN no momento da ensilagem de 35,87% e 73,11%, respectivamente, não apresentando efeito significativo ( $P > 0,05$ ) com os diferentes níveis de inclusão destes coprodutos na silagem de CE, evidenciando que, em todos os níveis de inclusão, os teores de FDN permanecerão próximos aos teores médios encontrados, ou seja, em torno de 69,93% e 72,79%, respectivamente.

O teor de FDN é um importante parâmetro que pode definir a qualidade da forragem, pois é tida como principal constituinte químico relacionado ao consumo voluntário do volumoso pelos animais, por estar associado ao aumento do efeito de enchimento ruminal e diminuição da densidade energética dos alimentos (VAN SOEST, 1994; TEIXEIRA, 2009).

Cândido et al. (2007), avaliaram a inclusão de cinco níveis de adição do coproduto do maracujá desidratado (CMD), nas proporções de 0,0%, 3,5%, 7,0%, 10,5% e 14%, na silagem de capim-elefante, e observaram comportamento linear desta variável, em que o teor de FDN reduziu de 79,24% até 70,7%, nos níveis de 0,0% e 14% do CMD, respectivamente.

Ferreira et al. (2009) observaram o mesmo comportamento com a adição do coproduto do abacaxi desidratado (CAD) na silagem de CE, em que os autores avaliaram a inclusão de 0,0%, 3,5%, 7,0%, 10,5% e 14% na silagem e encontraram teores de FDN próximos a 76,55%, 73,44%, 70,99%, 68,99% e 66,41%, respectivamente.

Cruz et al. (2011), avaliando a inclusão de 0%; 10%; 20% e 30% de CMD na silagem de CE, encontraram teores de FDN de 77,5%, 68,5%, 63,7% e 58,9%, respectivamente.

Portanto, considerando os teores de FDN encontrados nas silagens, o MC, AC e MO podem ser utilizados na ensilagem de CE até o NI de 50%, visto que a inclusão destes coprodutos podem favorecer a degradação da fração fibrosa das silagens, e, conseqüentemente, otimizar a digestibilidade deste alimento pela microbiota ruminal. Quanto às inclusões de AM e GO, mais estudos devem ser feitos para determinar a efetiva contribuição destes coprodutos na ensilagem de CE, e suas implicações no consumo voluntário pelos animais.

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para FDA. Houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ) com os diferentes NI do MC, AC e GO na

silagem de CE para os teores de FDA, não havendo efeito significativo com os diferentes NI do AM e MO. As equações de regressão obtidas para os teores de FDA podem ser observados na Tabela 10.

Tabela 10: Equações de regressão para os teores de fibra em detergente ácido na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coproducto	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	FDA=40,193-0,076NI	0,59	0,0001	2,96
AC	FDA=39,032-0,091NI	0,70	0,0001	2,89
AM	FDA=39,20	-	NS	2,87
MO	FDA=39,42	-	NS	3,11
GO	FDA=40,520+0,097NI	0,38	0,0022	5,00

FDA – fibra em detergente ácido; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba. R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão. P – nível de significância do modelo de regressão. CV – Coeficiente de variação. NS – modelo de regressão não significativo (P>0,05).

Observou-se comportamento linear decrescente, com os diferentes NI do MC e do AC nas silagens de CE, com decréscimo de 0,076 e 0,091 pontos percentuais para cada 1% de adição destes coprodutos, alcançando teores próximos a 36,39% e 34,48% de FDA, respectivamente, quando 50% desses coprodutos foram adicionados na silagem. Devido ao teor de FDA do CE aos 150 dias (39,82%), o MC e do AC contribuíram, de certa forma, para diminuir estes teores nas silagens, ou seja, com o aumento nos NI destes coprodutos, ocorre a diluição nos teores de FDA do CE nas silagens, devido à baixa representatividade desta fração nos coprodutos.

Comportamento inverso ao do MC e AC foi observado com a inclusão do GO, pois, apesar de apresentar comportamento linear, os teores de FDA aumentaram com a elevação dos níveis de inclusão deste coproduto na ensilagem, o que foi esperado, devido ao alto teor de FDA encontrado no GO no momento da ensilagem (50,59% de FDA), evidenciando a grande representação das frações indigestíveis nestas silagens, que podem ser associados às sementes encontradas neste coprodutos.

Todavia, através dos resultados obtidos, é possível que a inclusão do GO nas silagens de CE diminua o valor nutritivo das silagens, já que existe uma correlação negativa entre elevados teores de FDA e a digestibilidade do alimento. Enquanto a FDN correlaciona-se com

o consumo voluntário, a FDA é associada à digestibilidade, pois a fração indigestível da fibra, a lignina, tem grande participação nesta fração (VAN SOEST, 1994). De acordo com NUSSIO et al. (2002), forragens com teores de FDA em torno de 40% ou mais, apresentam baixo consumo e baixa digestibilidade.

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para HCEL. Houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ) com os diferentes NI do MC, AC, MO e GO na silagem de CE para os teores de HCEL, não havendo efeito significativo com os diferentes NI do AM. Os dados médios observados, bem como as equações de regressão obtidas para os teores de HCEL, podem ser observados na Tabela 11.

Tabela 11: Equações de regressão para os teores de hemiceluloses na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coprodutos	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	HCEL=31,57-0,09NI	0,86	0,0001	2,46
AC	HCEL=31,46-0,044NI	0,45	0,0008	2,82
AM	HCEL=30,92	-	NS	3,84
MO	HCEL=31,64-0,089NI	0,48	0,0004	5,57
GO	HCEL=31,770-0,154NI+0,001NI <sup>2</sup>	0,73	0,0001	2,33

HCEL – hemicelulose; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba; R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão; P – nível de significância do modelo de regressão; CV – Coeficiente de variação; NS – modelo de regressão não significativo ( $P > 0,05$ ).

Observou-se comportamento linear para as inclusões de MC, AC e MO, em que os teores de HCEL decresceram à medida que se aumentaram os níveis de inclusão destes coprodutos. Devido aos teores de HCEL encontrados no material *in natura* (Tabela 1), observou-se que os teores de HCEL decresceram nas silagens, alcançando teores de 27,07% para o MC, 29,26% para o AC e 27,19% para o MO, aproximadamente.

Com a inclusão do GO na ensilagem de CE, verificou-se comportamento quadrático desta variável em relação aos diferentes níveis de inclusão deste coproduto na silagem, porém, os teores de HCEL também decresceram, apresentando valores máximos e mínimos de 31,77%, nas silagens exclusivas de CE, e 26,57%, nas silagens com 50% de adição deste coproduto.

A redução nos teores de HCEL, das silagens com adição de MC, AC e do MO deveu-se, basicamente, à redução nos teores de FDN das silagens adicionadas com estes coprodutos, evidenciando que não houve perda de HCEL por fermentação na ensilagem.

Cândido et al. (2007), avaliaram a inclusão de cinco níveis de adição do coproduto do maracujá desidratado (CMD), nas proporções de 0,0%, 3,5%, 7,0%, 10,5% e 14%, na silagem de capim-elefante, e observaram comportamento linear decrescente desta variável, em que os teores de HCEL variaram de 31,5% a 22,3% nos NI 0,0% e 14%, respectivamente.

Ferreira et al. (2009), observaram o mesmo comportamento com a adição do coproduto do abacaxi desidratado (CAD) na silagem de CE, em que os autores avaliaram a inclusão de 0,0%, 3,5%, 7,0%, 10,5% e 14% na silagem e encontraram teores de HCEL próximos a 27,74%, 27,71%, 28,22%, 26,37% e 26,75%, respectivamente.

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para CEL. Houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ) com os diferentes NI do MC, AC e GO na silagem de CE para os teores de CEL, não havendo efeito significativo com os diferentes NI do AM e MO. As equações de regressão obtidas para os teores de CEL podem ser observados na Tabela 12.

Tabela 12: Equações de regressão para os teores de celulose na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coprodutos	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	CEL=30,845-0,069NI	0,32	0,0049	5,83
AC	CEL=29,983-0,109NI	0,63	0,0001	5,39
AM	CEL=29,88	-	NS	8,89
MO	CEL=30,0	-	NS	11,72
GO	CEL=30,466-0,113NI	0,34	0,0043	9,90

CEL – celulose; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba; R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão; P – nível de significância do modelo de regressão; CV – Coeficiente de variação; NS – modelo de regressão não significativo ( $P > 0,05$ ).

Observou-se comportamento linear para as inclusões de MC, AC e GO ao CE, em que os teores de CEL decresceram com a inclusão destes coprodutos. O CE apresentou, no momento da ensilagem, teor de CEL de 34,25% e os coprodutos do MC, AC e GO, 15,30%,

7,56% e 16,87%, respectivamente. Observou-se que os teores de CEL se mantiveram, aproximadamente, de acordo com as proporções de inclusão dos coprodutos e do CE na silagem.

O alto teor de CEL, encontrado no CE no momento da ensilagem, pode ser justificado pela idade desta forrageira no momento da ensilagem (150 dias). Segundo Van Soest (1994), a degradação dos carboidratos no rúmen ocorre por ação microbiana, em que a celulose é transformada, principalmente, em celobiose, maltose e glicose, que serão utilizadas como substratos energéticos para o desenvolvimento da microbiota ruminal, resultando na formação de ácidos graxos voláteis. No entanto, a CEL pode apresentar redução em sua digestibilidade pela formação de ligações diretas ou do tipo éster com as ligninas. Esta interação entre os componentes da parede celular vegetal é influenciada pelo estágio vegetativo da planta, ou seja, com a sua maturidade, o que afeta, de maneira determinante, a digestibilidade do alimento pelos animais ruminantes (VAN SOEST, 1994; RIBEIRO, 2011).

Portanto, o MC, o AC e o GO favoreceram o decréscimo nos teores CEL das silagens em todos os NI estudados, o que, provavelmente, melhorou o valor nutritivo desta forrageira como alimento conservado, considerando a idade de 150 dias do CE utilizado neste experimento. Apesar dos coprodutos do AM e do MO não apresentarem efeito significativo ( $P > 0,05$ ) nas silagens, a inclusão destes coprodutos também favoreceu o decréscimo nestes teores, provavelmente devido aos teores de CEL encontrados nestes coprodutos *in natura* (Tabela 1).

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para LIG. Houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ) com os diferentes NI do GO na silagem de CE para os teores de LIG, não havendo efeito significativo com os diferentes NI do MC, AC, AM e MO. As equações de regressão obtidas para os teores de LIG podem ser observados na Tabela 13.

Tabela 13: Equações de regressão para os teores de lignina na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coprodutos	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	LIG=8,3	-	NS	22,92
AC	LIG=8,26	-	NS	21,38
AM	LIG=7,45	-	NS	22,52
MO	LIG=7,31	-	NS	41,74
GO	LIG=8,94+0,189NI	0,42	0,0012	28,56

LIG – lignina; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba; R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão; P – nível de significância do modelo de regressão; CV – Coeficiente de variação; NS – modelo de regressão não significativo (P>0,05).

Quanto aos teores de LIG, observou-se que, com a inclusão de níveis crescentes do GO na ensilagem de CE, os teores de LIG aumentaram linearmente nas silagens, visto que houve o acréscimo de 0,189 pontos percentuais para cada 1% de adição deste coproduto, alcançando teores de, aproximadamente 18,39%, quando 50% deste coproduto foi adicionado nas silagens. Este aumento nos teores de LIG nas silagens pode estar relacionado ao elevado teor de LIG encontrado no coproduto à ensilagem (Tabela 1), evidenciando que o GO contribui para aumentar a fração fibrosa e menos digestível das silagens.

A lignina é constituída de macromoléculas de estrutura complexa e alto peso molecular. Com o desenvolvimento da forrageira, este composto substitui os espaços na matriz da parede celular ocupados por água, aumentando a rigidez da parede celular (GIGER-REVERDIN et al., 2002). Assim, a lignina afeta a digestibilidade da MS por se ligar aos componentes da parede celular, sendo a ocorrência desta interação aumentada com a maturidade da forrageira, seja pelo aumento da concentração de LIG e/ou pela modificação na composição dos compostos fenólicos (WILSON & HATFIELD, 1997).

Portanto, a adição de coprodutos em silagens de capim, deve contribuir para diminuir os teores de LIG, para, assim, otimizar a utilização deste alimento pelos microrganismos ruminais. A adição do GO favoreceu o aumento das frações indigestíveis das silagens, comprometendo a qualidade do CE, pois este apresentou teores menores de LIG à ensilagem (Tabela 1) e como silagem exclusiva (Tabela 13), evidenciando que este coproduto não deve

ser utilizado como alternativa para melhorar a qualidade nutritiva de silagens de capim, quando avalia-se as frações fibrosas deste alimento.

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para NIDN. Houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ), com os diferentes NI do AC, AM, MO e GO na silagem de CE para os teores de NIDN, não havendo efeito significativo com os diferentes NI do MC. As equações de regressão obtidas para os teores de NIDN podem ser observados na Tabela 14.

Tabela 14: Equações de regressão para os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coprodutos	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	$NIDN=0,09$	-	NS	7,20
AC	$NIDN=0,087+0,0005NI$	0,53	0,0002	8,30
AM	$NIDN=0,100+0,0005NI$	0,78	0,0001	4,26
MO	$NIDN=0,094+0,001NI+0,00002*NI^2$	0,94	0,0001	7,46
GO	$NIDN=0,102+0,003NI$	0,85	0,0001	13,81

NIDN – nitrogênio insolúvel em detergente neutro; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba. R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão. P – nível de significância do modelo de regressão. CV – Coeficiente de variação. NS – modelo de regressão não significativo ( $P > 0,05$ ).

Observou-se comportamento linear crescente da variável NIDN, com as diferentes inclusões de AC, AM e GO na silagem de CE, em que, para cada 1% de adição destes coprodutos, houve um acréscimo de 0,0005 pontos percentuais com as diferentes inclusões de AC e AM e 0,003 pontos percentuais com as diferentes inclusões de GO, alcançando teores de, aproximadamente, 0,11% para o AC, 0,13% para o AM e 0,25% para o GO.

Em relação à adição do MO, observou-se comportamento quadrático desta variável com as diferentes inclusões deste coproduto na silagem de CE em que, à medida que se aumentou o nível de inclusão deste coproduto, os teores de NIDN também aumentaram, observando valores mínimos e máximos de 0,09% e 0,19%, para as silagens exclusivas de CE e com 50% de inclusão do MO, respectivamente.

Desta forma, observou-se que, quanto maior a inclusão dos coprodutos, maiores são os teores de NIDN nas silagens, ou seja, maior a concentração dos compostos nitrogenados de

degradação lenta no rúmen dos animais. Segundo Sniffen et al. (1992), a fração do NIDN é constituída de compostos nitrogenados associados à parede celular vegetal, apresentando degradabilidade lenta no rúmen. Portanto, com o aumento nos teores de NIDN das silagens, favorecido pela inclusão dos coprodutos na ensilagem do CE, ocorre o efeito aditivo destes teores, diminuindo a disponibilidade da fração fibrosa, prejudicando a utilização dos nutrientes deste alimento pelos animais.

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para NIDA. Houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ), com os diferentes NI do MC, AC, MO e GO na silagem de CE para os teores de NIDA, não havendo efeito significativo com os diferentes NI do AM. As equações de regressão obtidas para os teores de NIDA podem ser observados na Tabela 15.

Tabela 15: Equações de regressão para os teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coprodutos	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	$NIDA = 0,054 - 0,001NI + 0,00001NI^2$	0,59	0,0002	21,04
AC	$NIDA = 0,052 - 0,001NI + 0,00001NI^2$	0,58	0,0002	15,11
AM	$NIDA = 0,05$	-	NS	19,86
MO	$NIDA = 0,052 - 0,002NI + 0,00005NI^2$	0,52	0,0007	32,80
GO	$NIDA = 0,056 + 0,003NI - 0,00005NI^2$	0,63	0,0001	17,50

NIDA – nitrogênio insolúvel em detergente ácido; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba. R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão. P – nível de significância do modelo de regressão. CV – Coeficiente de variação. NS – modelo de regressão não significativo ( $P > 0,05$ ).

Observou-se comportamento quadrático desta variável com os diferentes NI do MC, AC, MO e GO na silagem de CE, em que constatou-se valores mínimos de 0,03%, com a inclusão de 50% de MC e valores máximos de 0,05% nas silagens exclusivas de CE. Os mesmos teores foram observados com os diferentes NI do AC, em que os valores mínimos foram, também, de 0,03% com a inclusão de 50% deste coproduto e valores máximos de 0,05% com 0% de inclusão deste coproduto. Com os diferentes NI do MO, na silagem de CE, observou-se valores mínimos de 0,03%, com a inclusão de 27% do MO e valores máximos de 0,08% com a inclusão de 50% deste coproduto. Para o GO, observou-se valores mínimos de

0,06% nas silagens exclusivas de CE e valores máximos de 0,10% com a inclusão de 40% deste coproduto.

A fração do NIDA consiste em compostos nitrogenados associados à lignina, taninos e a produtos da reação de Maillard, sendo estes altamente resistentes à ação das enzimas microbianas e intestinais (SNIFFEN et al., 1992). Com o aumento nos teores de NIDA da dieta, também existe uma redução da digestibilidade, pois esta fração é mais resistente à ação dos microrganismos ruminais por serem consideradas praticamente indisponíveis, pois, comumente estão associados à lignina e a outros compostos de difícil degradação (VAN SOEST, 1994; LICITRA et al., 1996; MACHACEK & KONONOFF, 2009). Porém, em relação ao NIDA, mais estudos devem ser feitos para avaliar a verdadeira contribuição destes coprodutos na digestibilidade destes alimentos, visto que os baixos teores de NIDA encontrados neste trabalho podem não ser suficientes para comprometer a disponibilidade dos nutrientes para o metabolismo do animal. Todavia, atenção deve ser dada ao GO, pois este apresentou os teores mais elevados de NIDA nas silagens.

Devido à interação entre as silagens, com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para EE. Houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ), com os diferentes NI do MC, AC e GO na silagem de CE para os teores de EE, não havendo efeito significativo com os diferentes NI do AM e MO. As equações de regressão obtidas para os teores de EE podem ser observados na Tabela 16.

Tabela 16: Equações de regressão para os teores de extrato etéreo na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

Coprodutos	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	$EE=2,216+0,111NI-0,001NI^2$	0,30	0,0196	26,31
AC	$EE=2,226+0,111NI-0,002NI^2$	0,41	0,0041	26,61
AM	EE=2,91	-	NS	29,60
MO	EE=2,75	-	NS	28,72
GO	EE=2,405+0,03NI	0,69	0,0001	13,03

EE – extrato etéreo; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba. R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão. P – nível de significância do modelo de regressão. CV – Coeficiente de variação. NS – modelo de regressão não significativo ( $P > 0,05$ ).

Através da análise de regressão, observou-se comportamento quadrático dos diferentes níveis de inclusão do MC e AC na silagem de CE, em que constatou-se valores mínimos de 2,22% com 0% de inclusão de MC e valores máximos de 5,27% com 50% de inclusão deste coproduto; e valores mínimos de 2,23% nas silagens com 0% de inclusão de AC e valores máximos de 3,75% com 25% de inclusão deste coproduto.

Em todos os níveis de inclusão destes coprodutos, os teores médios de EE permaneceram abaixo dos teores considerados limitantes pelo NRC (2001), em que o total de gordura na dieta não deve ultrapassar de 6% a 7% na MS, pois pode acarretar reduções na fermentação ruminal quanto à digestibilidade da fibra e a taxa de passagem.

Quanto à inclusão do GO, observou-se comportamento linear dos diferentes níveis deste coproduto ao CE. Para cada 1% de adição do coproduto, há o acréscimo de 0,03 pontos percentuais de EE, alcançando teores de 3,91% quando 50% deste coproduto é adicionado nas silagens.

As gorduras, extraídas para determinação do extrato etéreo, não são constituídas unicamente por lipídios, mas também por todos os compostos que, nas condições de determinação, possam ser extraídos pelo solvente utilizado. Este conjunto inclui as gorduras e muitos outros compostos intimamente ligados ou associados, como fosfatídeos, esteróis (colesterol), clorofila, óleos voláteis, resinas, pigmentos, vitaminas A e D, etc (SILVA & QUEIROZ, 2002; ZENEON et al., 2008). Portanto, os coprodutos estudados podem ser utilizados em silagens de CE, considerando os teores de EE, pois estes não ultrapassaram os limites recomendados pelo NRC (2001).

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para MM. Houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ), com os diferentes NI do AC, MO e GO na silagem de CE para os teores de MM, não havendo efeito significativo com os diferentes NI do MC e AM. Os dados médios observados, bem como as equações de regressão obtidas para os teores de MM, podem ser observados na Tabela 17.

Tabela 17: Equações de regressão para os teores de matéria mineral na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	MM=23,03	-	NS	11,47
AC	MM=22,540-0,034NI	0,27	0,0113	4,42
AM	MM=21,31	-	NS	12,90
MO	MM=23,30-0,060NI	0,51	0,0002	4,77
GO	MM=22,640-0,160NI	0,81	0,0001	7,53

MM – matéria mineral; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba; R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão; P – nível de significância do modelo de regressão; CV – Coeficiente de variação; NS – modelo de regressão não significativo (P>0,05).

Observou-se comportamento linear dos diferentes níveis de inclusão do AC, MO e GO na silagem de CE, em que houve o decréscimo nos teores de MM de 0,034, 0,060 e 0,160 pontos percentuais para cada 1% de inclusão destes coprodutos, alcançando teores de 20,84%, 20,30% e 14,64%, respectivamente.

A inclusão dos coprodutos na ensilagem de CE proporcionou o acréscimo nos teores de MM, provavelmente devido à adição destes teores nas silagens, favorecidos pelos materiais *in natura* (Tabela 1) e também devido à decomposição/associação de alguns nutrientes no processo fermentativo dentro dos silos, ocasionando este aumento nos teores de MM das silagens. Como os teores de MM encontrados nas silagens são muito superiores aos do material à ensilagem, também pode estar associado a este resultado, possíveis erros laboratoriais, o que pode justificar este aumento nos teores de MM.

Devido à interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos (P<0,0001), as silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas individualmente para P. Houve efeito significativo (P<0,0001) com os diferentes NI do AC e MO na silagem de CE para os teores de P, não havendo efeito significativo com os diferentes NI do MC, AM e GO. Os dados médios observados, bem como as equações de regressão obtidas para os teores de P, podem ser observados na Tabela 18.

Tabela 18: Equações de regressão para os teores de fósforo na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

	Equação	R <sup>2</sup>	P	CV
MC	P=0,13	-	NS	31,55
AC	P=0,090+0,001NI	0,27	0,0105	28,73
AM	P=0,11	-	NS	28,09
MO	P=0,094+0,002NI	0,31	0,0065	30,71
GO	P=0,12	-	NS	29,97

P – fósforo; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba; R<sup>2</sup> – coeficiente de determinação da equação de regressão; P – nível de significância do modelo de regressão; CV – Coeficiente de variação; NS – modelo de regressão não significativo (P>0,05).

Através da análise de regressão, observou-se comportamento linear crescente com os diferentes NI do AC e MO na silagem de CE, pois houve o acréscimo nos teores de P de 0,001 e 0,002 pontos percentuais, respectivamente, para cada 1% de inclusão destes coprodutos. No momento da ensilagem, o AC e o MO apresentaram 0,005% e 0,015% de P, respectivamente, e o CE apresentou 0,003%, o que demonstra que as silagens apresentaram níveis de P superior ao material *in natura*.

Em relação ao MC, AM e GO, manteve-se a média de 0,13%, 0,11% e 0,12% de P, respectivamente, em todos os NI destes coprodutos. No momento da ensilagem, o MC apresentou 0,001% de P, o AM também apresentou 0,001% de P e o GO, 0,020% de P, o que também demonstra que a inclusão destes coprodutos na ensilagem de CE favoreceu o aumento nos teores de P nas silagens.

O fósforo (P) é o segundo elemento mineral mais abundante no organismo animal, seguido do cálcio. Além de sua participação vital no desenvolvimento e manutenção dos tecidos esqueléticos, o P está envolvido na transferência de energia no metabolismo celular, na biossíntese de ácidos nucleicos e lipídios, no metabolismo de proteínas e carboidratos e no tamponamento dos líquidos corporais (ANDRIGUETTO et al., 1990; GIONBELLI, 2010).

Portanto, é de extrema importância que as dietas sejam formuladas para atender às exigências mínimas deste macromineral nos alimentos fornecidos aos animais ruminantes, e a inclusão dos coprodutos à ensilagem de CE mostrou-se favorável para elevar os teores de P, principalmente quando esta forragem estiver com idade avançada e com menor valor

nutritivo.

Quanto às análises de Ca, não houve efeito significativo dos coprodutos estudados, efeito dos níveis de inclusão e efeito da interação entre as silagens com os níveis de inclusão dos coprodutos ( $P < 0,0001$ ). As silagens adicionadas com cada coproduto foram avaliadas em conjunto para esta variável e as médias dos valores obtidos para cada uma das silagens estudadas são apresentadas na Tabela 19.

Tabela 19: Valores médios percentuais de cálcio na silagem de capim-elefante adicionado de 0%; 12,5%; 25%; 37,5%; 50% de casca de maracujá e casca de abacaxi, e dos coprodutos do abacaxi, do morango e da goiaba.

	0	12,5	25	37,5	50	Médias Tratamento <sup>NS</sup>
MC	1,87	1,66	2,72	3,38	2,24	2,37
AC	1,42	2,31	1,03	3,17	3,10	2,20
AM	2,20	1,53	2,17	1,18	1,33	1,68
MO	1,87	2,72	2,30	1,60	2,83	2,26
GO	2,19	1,89	1,41	1,76	0,82	1,62
Média por nível de inclusão <sup>NS</sup>	1,91	2,02	1,93	2,22	2,06	-

Ca – cálcio; MC – casca de maracujá; AC – casca de abacaxi; AM – coproduto do abacaxi; MO – coproduto do morango; GO – coproduto da goiaba; NS – efeito não significativo ( $P > 0,05$ ). Coeficiente de variação 52,9%.

No momento da ensilagem, os MC, AC, AM, MO e GO apresentaram 0,54%, 0,60%, 0,60%, 0,58% e 0,31% de Ca, respectivamente, enquanto que o CE apresentou 0,88%. Os teores encontrados nas silagens podem estar relacionados à decomposição de alguns nutrientes durante o processo fermentativo da ensilagem, e, também, a alguns erros laboratoriais, visto à algumas dificuldades encontradas na realização desta análise.

O Ca é o mineral encontrado em maior abundância no corpo do animal, representando por volta de 1 a 3% do de seu peso total (GIONBELLI, 2010). O Ca está envolvido com a coagulação sanguínea, contração muscular, transmissão de impulsos nervosos, regulação do coração, secreção de hormônios e ativação e estabilização de enzimas (LALMAN, 2005). Geralmente, há uma maior concentração de cálcio nas forragens verdes, o que proporciona uma menor deficiência deste mineral, quando os animais são mantidos em condições de pastagens (VALADARES FILHO et al., 2010).

Portanto, a inclusão de coprodutos à ensilagem de CE deve favorecer a elaboração de dietas para atender às exigências mínimas de minerais dos animais de produção, tanto os teores de Ca quanto os de P, para que, assim, as dietas possam suprir a demanda desses nutrientes pelos animais e otimizar a utilização dos nutrientes contidos nesses alimentos.

## 5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a casca de maracujá, casca de abacaxi, o coproduto do abacaxi e do morango *in natura* na ensilagem do capim-elefante, favoreceu o processo fermentativo dentro dos silos, agregando valor nutritivo à silagem de capim-elefante com teores elevados de MS (acima de 40%). A inclusão do coproduto da goiaba *in natura* não contribuiu para melhorar a qualidade das silagens, visto que favoreceu elevações das frações fibrosas das silagens, e, desta forma, podem comprometer a digestibilidade deste alimento. A inserção dos coprodutos estudados, exceto o coproduto da goiaba, possibilita maior período de utilização do capim-elefante na forma de silagem, tornando-se uma estratégia viável no planejamento de produção de volumosos para ruminantes.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.9, p. 1589-1595, 2000.
- ANDRIGUETO J. M. Nutrição Animal. 4ª Edição. São Paulo: Nobel, p. 396, 1990.
- ANTUNES, L. E. C.; RISTOW, N. C.; KROLOW, A. C. R.; et al. Produtividade e qualidade de cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.2, Brasília, 2010.
- AOAC: OFFICIAL Methods of Analysis of AOAC International. 16 ed. Arlington: AOAC International, 1995.
- ARRAES, G. M. Production and Processing of Tropical Fruit Juices from Brazil. **Annals of the 23rd IFM Symposium**, p.316-327. Havana Cuba, 2000.
- BAILEY, R.W. Quantitative studies of ruminant digestion. II. Loss of ingested plant carbohydrates from the reticulo rumen. **New Zeland Journal of Agricultural Research**. v.10, n.1, p.15-32, 1967.
- BERGAMASCHINE, A. F.; PASSIPIERI, M.; VERIANO FILHO, W. V. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurcheada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 35: 1454-1462, 2006.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Química do processamento de alimentos. 3. ed. São Paulo: Varela, p 143, 2001.
- BURGI, R. Utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 86, 8, Piracicaba-SP, 1986. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.101-117, 1995.
- CÂNDIDO, M. J. D. ; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. et al. Características fermentativas e Composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia** , v.36, p.489-1494, 2007.
- CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; DETMANN, E.; PEREIRA, O. G.; FERNANDES, F. E. P. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurcheado ou com diferentes níveis de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG**, v. 37, n. 8, p. 1347-1354, 2008.
- CORRÊA, L. A.; POTT, E. B. Silagem de Capim. IN: Simpósio de forragicultura e pastagens- Temas em evidência, 2, 2007, Lavras. **Anais...**Lavras: UFLA, 2007.
- CORSI, M.; NUSSIO, L. G. Manejo do capim-elefante: correção e adubação. In: Simpósio Sobre Manejo de Pastagens, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1992.

CRUZ, B. C. C.; SANTOS-CRUZ, C. L.; PIRES, A. J. V.; ROCHA, J. B.; SANTOS, S.; BASTOS, M. P. V. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.3, p.434-440, 2011.

FARIA, V. P. Formas de uso do capim elefante. In: PASSOS, L. P.; CARVALHO, L. A.; MARTINS, C. E. II Simpósio sobre capim-elefante. Juiz de Fora: EMBRAPA/CNPGL, p.139-148, 1994.

FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; et al. Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.2, p.223-229, 2009.

FREITAS, S. G. Caracterização nutricional da silagem de coprodutos da extração do palmito de pupunha. 2011. 35f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2011.

GIGER-REVERDIN, S.; PONTER-DUVAUX, C.; SAUVANT, D. et al. Intrinsic buffering capacity of feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**. v.96, p.83-102, 2002.

GIONBELLI, M. P. Desempenho produtivo e exigências nutricionais de fêmeas Nelore em crescimento. 2010 (no prelo). 101p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

GONÇALVES, J. de S.; NEIVA, J. N. M.; VIEIRA, N. F.; et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de diferentes níveis dos subprodutos do processamento da acerola (*Malpighia glabra* L.) e de goiaba (*Psidium guajava* L.). *Revista Ciência Agronômica*, vol.35, n.1, jan-jun: 131-137, 2004.

GRANATO, L. O. Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), Secretaria da Agricultura, São Paulo, p.96, 1924.

HILLESHEIM, A. Manejo do gênero *Pennisetum* sob pastejo. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (EDS.). In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 9, Piracicaba, 1988. *Anais...* Piracicaba: FELALQ, p.77-108, 1988.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE, 2011. Diretoria de Pesquisas, Departamento de Agropecuária, 2002. Disponível em <[www.ibge.gov.br/agropecuaria/produçãoagricola](http://www.ibge.gov.br/agropecuaria/produçãoagricola)>. Acesso em fevereiro de 2014.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE 2005. Pesquisa Agrícola Municipal. Disponível em <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)>. Acesso em fevereiro de 2014.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Fruticultura, 2008. Disponível em: <[www.ibraf.org.br](http://www.ibraf.org.br)>. Acesso em setembro de 2013.

IGARASI, M. S. Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) sob efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação

do ano e da presença do inoculante bacteriano. Maurício Scoton Igarasi. Piracicaba, 2002. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.

KEPLIN, L. Produção de silagem de qualidade e uso de inoculantes. In: Encontro Técnico sobre Conservação de Forragens (Silagens). **Anais...** Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2006.

LALMAN, D. L. Vitamin and mineral nutrition of grazing cattle. In: DOYE, D.; LALMAN, D.L. (Ed). **Beef cattle manual**. 5.ed. Stillwater, OK: Oklahoma State University, p.109-121, 2005.

LAVEZZO, W. Ensilagem do capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10, 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. p.169-275, 1993.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v.57, n.4, p.347-58, 1996.

LIMA, L. M. O. Estudo do aproveitamento dos bagaços de frutas tropicais, visando a extração de fibras. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. DEQ/PPGEQ. Natal, 2001.

LIRA JÚNIOR, W. B. Composição bromatológica e padrão fermentativo de silagem de capim-elefante cv roxo sob níveis de inclusão de casca de maracujá e tempos de emurchecimento. 42 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Alagoas. Rio Lergo, Alagoas, 2011.

LOBO, J. R. Avaliação da idade de corte e do uso de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e estabilidade aeróbica da silagem de capim-elefante. 106 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

LOUSADA JUNIOR, J. E.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; et al. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.2, p. 659-669, Viçosa, março/abril 2005.

LOUSADA JÚNIOR, J. E.; COSTA, J. M. C.; NEIVA, J. N. M.; et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.70-76, 2006.

MACHACEK, K. J.; KONONOFF, P. J. The relationship between acid detergent insoluble nitrogen and nitrogen digestibility in lactating dairy cattle. **The Professional Animal Scientist**, v.2, n. 5, p.701–708, 2009.

MANNETJE, L. Introduction to the conference on silage making in the tropics. IN: FAO – Dairyng in Southwest Pacific. Eletronic Conference on Tropical Silage, 1999.

McDONALD, I. M. A revised model for the estimation of protein degradability in rumen. **Journal of Agricultural Science**. v.96, p.251-252, 1981.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, DC: National Academy Press, 381p. 2001.

NEIVA, J. N. M.; VIEIRA, N. F.; PIMENTEL, J. C. M.; et al. Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) contendo diferentes níveis de subproduto de goiaba (*Psidium guajava* L.). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** p.1-3. (CD-ROM). Recife, PE, 2002.

NEIVA, J. N. M.; NUNES, F. C. S.; CÂNDIDO, M. J. D.; et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1845-1851, 2006.

NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; NUSSIO, C.M.BI. Ensilagem de capins tropicais. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.

OLIVEIRA FILHO, G. S.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; et al. Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) com diferentes níveis de subproduto de pseudofruto do abacaxi (*Ananas comosus*). In: 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira De Zootecnia, Recife. **Anais**, SBZ. 2002. CD-ROM.

OTERO, M.; ESPERANCE, M. Estudio de la ensilabilidad de la guinea likoni (*Panicum maximum* Jacq.) segun el indice azucar/capacidad tampon. **Pastos y Forrages**, v.17, p.277-281, 1994.

PACHECO, W. F.; CARNEIRO, M. S. S.; EDVAN, R. L. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum) com feno de gliricídia (*Gliricidia sepium*(Jacq.) Walp). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró – RN - Brasil, v. 8, n. 2, p. 240 - 246, abr – jun , 2013.

PEREIRA, L. G. R.; AZEVEDO, J. A. G.; PINA, D. S.; et al. Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e polpa de frutas para alimentação de ruminantes. Embrapa Semi-Árido, Petrolina, PE, p. 30, 2009. Disponível: <[http://www.cpatas.embrapa.br:8080/public\\_eletronica/downloads/SDC220.pdf](http://www.cpatas.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/SDC220.pdf)> Acesso em Janeiro de 2014.

POMPEU, R. C. F. F.; NEIVA, J. N. M.; CANDIDO, M. J. D.; et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de subprodutos do processamento de frutas tropicais. **Revista Ciência Agrônômica**, v.37, n.1, p.77-83, 2006.

PRADO, I. N. do; LALLO, F. H.; ZEOULA, L. M.; et. al. Níveis de Substituição da Silagem de Milho pela Silagem de Resíduo Industrial de Abacaxi sobre o Desempenho de Bovinos Confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.737-744, 2003.

QUEIROZ FILHO, J.L.; DA SILVA, D.S.; NASCIMENTO, I.S. Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schm.) cultivar roxo em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.69-74, 2000.

REIS, R.A.; SILVA, S.C. Consumo de forragens. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP. p.79-110. 2006.

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

RIBEIRO, M. Y. H. Consumo voluntário e digestibilidade aparente da silagem de capim-elefante (*Pennisetum Purpureum* Schum.) em diferentes idades de corte, em ovinos. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2011. 56p. (Tese de Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

RODRIGUES, L. R. A.; MONTEIRO, F. A.; RODRIGUES, T. J. D. Capim elefante. In: PEIXOTO, A. M.; PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. V.,; et al. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem, 17, Piracicaba, 2001. 2ª edição. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001, p.203-224.

ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; NEIVA, J. N. M. et al. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e matéria orgânica de dietas contendo diferentes níveis de subprodutos do processamento de abacaxi (*Ananás comosus* L.) em ovinos. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2003]. CD-ROM

ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; NEIVA, J. N. M.; et al. Valor nutritivo do subproduto da indústria processadora de abacaxi (*ananás comosus*) em dietas para ovinos 3. parâmetros ruminais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, [2004], CD-ROM.

SANTANA, J.R., PEREIRA, J.M., ARRUDA, N.G. et al. Avaliação de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) no Sul da Bahia. In: Agrossistema Cacaueiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 18(3):273-282, 1989.

SANTOS, A. M. Cultivares. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Ed.) Morango: produção. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, Frutas do Brasil n.40, p. 24-30, 2003.

SAS – Statistical Analysis Systems. SAS user' guide: statistics, version 9.0. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2002.

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Fruticultura – Análise da Conjuntura Agropecuária. Dezembro de 2012. Disponível em <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura\\_2012\\_13.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/fruticultura_2012_13.pdf)>. Acesso em janeiro de 2014.

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

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA, O. E.; SANTOS, E. I. (2004). Aproveitamento de resíduos e subprodutos agropecuários pelos ruminantes. Disponível em: <[http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes\\_2003/CT19.pdf](http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2003/CT19.pdf)>. Acesso em fevereiro de 2014.

UCHOA, A. M. A.; COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A.; et al. Parâmetros Físico-Químicos, Teor de Fibra Bruta e Alimentar de Pós Alimentícios Obtidos de Resíduos de Frutas Tropicais. *Segurança Alimentar e Nutricional*, Campinas, v.15, n.2, p.58-65, 2008.

TEIXEIRA, A. M. Consumo voluntário e digestibilidade aparente do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) verde em diferentes idades de corte, em ovinos. Escola de Veterinária da UFMG, 2009.(Tese de Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

TCACENCO, F. A.; BOTREL, M. A. Identificação e avaliação de acessos e cultivares de Capim-Elefante. In: CARVALHO, M. M., ALVIN, M. J., XAVIER, D. F et al. (Eds) **Capim-Elefante: produção e utilização**. 2ª ed., revisada. Brasília: Embrapa-SPI e Juiz de Fora: Embrapa-Gado de Leite, 1997, p.1-30.

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; et al. Características químicas para avaliação do processo fermentativo: uma proposta para qualificação da fermentação. **Embrapa: Documento 57**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 20p., 2003.

VALADARES FILHO, S. C. F.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA, V. R. J.; et al. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos, Viçosa, p.94- 94,190-191, 2006.

VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L., et al. Tabela brasileira de alimentos para ruminantes. Composição química-bromatológica de alimentos - CQBAL 3.0. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. Disponível em: <[www.ufv.br/cqbal](http://www.ufv.br/cqbal)> Acesso em fevereiro de 2014.

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

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Official for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, p. 3583-3597, 1991.

VEIGA, J. B. Utilização do capim-elefante sob pastejo. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. et al. (Eds.). *Capim-Elefante: Produção e utilização*. Coronel Pacheco: Embrapa: Gado de Leite, p.165-193, 1994.

VILELA, D. Aditivos para silagens, In: Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, Botucatu, São Paulo. *Anais...* Botucatu: SBZ, p. 73-108, 1998.

WILSON, J. R.; HATFIELD, R.D. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rumen microflora. **Australian Journal Agricultural Research**, v.48, p. 165-180, 1997.

WOODFORD, M. K. The Silage Fermentation. New York: Marcel Dekker Inc., v. 14, 1984.

ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed.; versão digital. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2008. 1020 p. Disponível em:<[http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com\\_remository&Itemid=0&func=startdown&id=1](http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=0&func=startdown&id=1)>. Acesso em fevereiro de 2014.