

**TATIANE BARBOSA COITINHO**

**DINÂMICA DE DEGRADAÇÃO *IN VITRO* DA FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO  
E QUALIDADE DA SILAGEM DO RESÍDUO DE PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA  
(*Archonthophoenix alexandrae*)**

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

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2013**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C681d  
2013

Coítinho, Tatiane Barbosa, 1987-

Dinâmica de degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro e qualidade da silagem do resíduo de palmeira-real australiana (*Archonathophoenix alexandrae*) / Tatiane Barbosa Coítinho. – Viçosa, MG, 2013.  
ix, 45 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Augusto César de Queiroz.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 35-45.

1. Ruminante - Alimentação e rações. 2. Alimentos alternativos. 3. Alimentos - Composição.  
4. Palmeira-real-da-austrália. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.2085

TATIANE BARBOSA COITINHO

**DINÂMICA DE DEGRADAÇÃO *IN VITRO* DA FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO  
E QUALIDADE DA SILAGEM DO RESÍDUO DE PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA  
(*Archonthophoenix alexandrae*)**

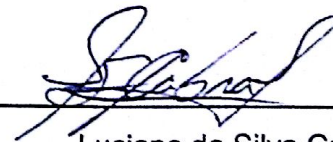
Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, para obtenção do título de  
*Magister Scientiae*.

APROVADA: 19 de março de 2013.



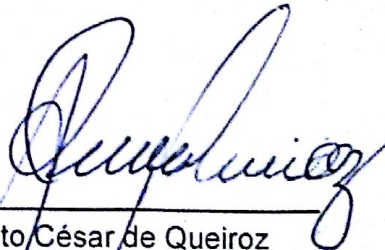
---

Marcos Inácio Marcondes  
Coorientador



---

Luciano da Silva Cabral



---

Augusto César de Queiroz  
Orientador

*A Deus.*

*Aos meus pais Nalzirene e Advarte.*

*Às minhas irmãs, Juliana e Luciana.*

*Ao Mateus.*

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por tudo que proporciona em minha vida.

Aos meus pais, Nalzirene e Advarte pelo amor incondicional, por renunciarem de seus próprios sonhos em prol dos filhos e serem verdadeiros exemplos de parternidade. Às minhas irmãs Juliana e Luciana pelo companheirismo e amizade. Ao Mateus, pela paciência, respeito, e apoio em todos os momentos.

Ao meu orientador, Professor Augusto César de Queiroz, pelos ensinamentos desde a graduação.

Aos Professores Marcos Inácio Marcondes e Edenio Detmann pelo interesse e valiosas orientações durante a elaboração da dissertação.

Aos professores do Departamento de Zootecnia, por todos os ensinamentos. Aos funcionários, pela amizade e colaboração, principalmente o Pum, o Monteiro e o Seu Mário, pela paciência, presteza e interesse constantes.

Aos meus amigos Camila, Jéssika, Julimara, Amanda M., Suellen, Rosana, Lídia, Amanda D., Jorge, Erick e Geraldo pela amizade sincera e apoio irrestrito.

A todos os amigos da ZOO 2006 pela amizade e convivência aprazível.

À Universidade Federal de Viçosa, pelos momentos inesquecíveis e pela oportunidade de realização do Mestrado, e ao CNPq, pelo financiamento dos estudos.

## **BIOGRAFIA**

TATIANE BARBOSA COITINHO, filha de Advarte de Jesus Coitinho e de Nalzirene Barbosa Coitinho, nasceu em 7 de abril de 1987, na cidade de São Mateus, estado do Espírito Santo.

Iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa em maio de 2006, graduando-se em julho de 2010.

Em março de 2011, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de dissertação em 19 de março de 2013.

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| LISTA DE FIGURAS E TABELAS.....                                     | vi  |
| RESUMO .....  | vii |
| ABSTRACT .....  | ix  |
| 1 INTRODUÇÃO .....  | 1   |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA.....  | 4   |
| 2.1 Palmeira-real australiana .....                                 | 4   |
| 2.2 Resíduos da Produção de Palmito.....                            | 6   |
| 3 METODOLOGIA .....   | 10  |
| 3.1 Local do experimento.....                                       | 10  |
| 3.2 Origem do material utilizado .....                              | 10  |
| 3.3 Amostragem.....   | 10  |
| 3.4 Preparo dos silos experimentais .....                           | 10  |
| 3.5 Análises laboratoriais .....                                    | 11  |
| 3.6 Incubações <i>in vitro</i> .....                                | 11  |
| 3.7 Cálculo da Perda de MS .....                                    | 13  |
| 3.8 Cálculo das perdas por gases.....                               | 14  |
| 3.9 Cálculo das perdas por efluentes.....                           | 14  |
| 3.10 Cálculo da degradabilidade da FDN .....                        | 15  |
| 3.11 Cálculo do pH no tempo.....                                    | 16  |
| 3.12 Análises estatísticas.....                                     | 16  |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                      | 18  |
| 4.1 Qualidade da Silagem.....                                       | 18  |
| 4.2 Análise química dos resíduos da palmeira-real australiana ..... | 21  |
| 4.3 Degradabilidade da FDN no tempo, pH, NA e AGVs .....            | 22  |
| 5 CONCLUSÃO .....   | 34  |
| REFERÊNCIAS.....  | 35  |

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Parâmetros de qualidade da silagem dos resíduos da extração de palmito..                              | 18 |
| Tabela 2 - Constituição química dos resíduos da palmeira-real australiana  | 21 |
| Figura 1 - Resíduo não degradado da FDN (em %), em função do tempo   | 23 |
| Tabela 3 - Parâmetros de degradabilidade da fibra em detergente neutro   | 24 |
| Tabela 4 - Parâmetros utilizados na determinação do pH do líquido ruminal  | 25 |
| Figura 2 - Comportamento do pH nos tempos de incubação   | 26 |
| Tabela 5 - Concentração média de nitrogênio amoniacal (NA) no tempo  | 28 |
| Figura 3 - Comportamento da concentração de nitrogênio amoniacal no tempo  | 28 |
| Tabela 6 - Concentração média dos principais AGVs para os resíduos da palmeira-real australiana                  | 31 |
| Tabela 7 - Proporções dos principais AGVs (acetato, propionato e butirato), em porcentagem                       | 32 |
| Tabela 8 - Valores médios de ácidos acético, propiônico e butírico (mMol/100mL), obtidos nos tempos de incubação | 33 |

## RESUMO

COITINHO, Tatiane Barbosa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2013. **Dinâmica de degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro e qualidade da silagem do resíduo de palmeira-real australiana (*Archonhophoenix alexandrae*).** Orientador: Augusto César de Queiroz. Coorientadores: Edenio Detmann e Marcos Inácio Marcondes.

Objetivou-se analisar quimicamente o resíduo da produção de palmito da palmeira-real australiana *in natura* e silagem, avaliar a dinâmica de degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro (FDN) e a qualidade da silagem deste resíduo. Para as incubações *in vitro*, foram utilizadas seis amostras: bainha do resíduo da produção de palmito *in natura*, composta *in natura* (50% bainha: 50% folhas de palmeira), silagem da bainha, silagem da composta, silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura*, esses dois últimos como alimentos referência. A degradação da FDN foi avaliada em ambiente ruminal simulado por incubações *in vitro*, sendo as amostras submetidas a diferentes tempos de incubação: 0, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas. O procedimento foi repetido quatro vezes, perfazendo o total de quatro avaliações por tempo de incubação para cada tratamento. Os resíduos de incubação foram avaliados quanto ao teor de FDN e interpretados por intermédio de modelo logístico não-linear. Para avaliação da qualidade da silagem, foram calculadas as perdas de MS, gases e efluentes, além das quantidades de nitrogênio amoniacal (NA) e ácidos graxos voláteis (AGVs). As perdas do processo de ensilagem foram pequenas, comparativamente com gramíneas tropicais tradicionais e diferentes ( $P < 0,05$ ) entre a silagem da bainha e a silagem da composta. Os resíduos estudados comportaram-se de maneira semelhante aos alimentos referência no que se refere à degradabilidade da FDN no tempo, no entanto, a degradação da fibra dos resíduos de palmeira-real australiana foi muito baixa (cerca de 70-80% de resíduo não degradado no final do tempo de incubação). Os valores médios de pH no tempo não diferiram entre os resíduos analisados e ficaram dentro da faixa considerada ideal para degradação da fibra pelos microrganismos, assim como a concentração média de nitrogênio amoniacal. A proporção média dos principais AGVs ficou dentro da considerada normal para dietas ricas em fibras. A silagem produzida com os resíduos da produção de palmito mostra-se de qualidade promissora, contudo, estas silagens e os resíduos *in natura*, de acordo com as análises químicas e com as taxas de degradação obtidas para a FDN, necessitam

da aplicação de práticas que melhorem a digestibilidade, com o objetivo de aumentar o aproveitamento do alimento em questão e propiciar a utilização desses materiais de forma mais eficiente. É necessário que se realizem mais pesquisas envolvendo a utilização desse resíduo, já que trabalhos deste tipo, principalmente na alimentação animal, são escassos.

## ABSTRACT

COITINHO, Tatiane Barbosa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2013. ***In vitro* degradation dynamics of neutral detergent fiber and silage quality of the King palm residue (*Archonhophoenix alexandrae*)**. Adviser: Augusto César de Queiroz. Co-Advisers: Edenio Detmann and Marcos Inácio Marcondes.

This study aimed to analyze chemically the residue from the production of King palm, fresh and silage, to evaluate the *in vitro* degradation dynamics of neutral detergent fiber (NDF) of this residue and the silage quality. For *in vitro* incubations, six samples were used: sheath residue from the production of fresh palm, composed fresh (50% sheath: 50% palm leaves), sheath silage, composed silage, corn silage and fresh sugar cane, the latter two as food reference. The NDF degradation was evaluated in a simulated rumen environment by *in vitro* incubations, where the samples were submitted to different incubation times: 0, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72 and 96 hours. The incubation procedure was repeated four times. The incubation residues were evaluated for NDF, followed by the adjustment of a logistic non-linear model. To evaluate the silage quality, dry matter (DM), gases and effluents losses besides the quantities of nitrogen ammonia and volatile fatty acids (VFAs) were calculated. The losses in ensilage process were small, compared to tropical grass silages and different ( $P < 0.05$ ) between silage sheath and silage composed. The residues studied behaved similarly to the reference foods regarding to NDF degradability over time, however, degradation of the fiber residues from King palm was very low (about 70-80% non-degraded residue at the end of incubation time). The average pH values over time did not differ among the analyzed residues and were within the range considered ideal for fiber degradation by microorganisms, as well as the average nitrogen ammonia concentration. The average ratio of major VFAs was within the normal for rich fiber diets. The quality of silage produced with residues from the production of King palm appears to be promising, however, these silages and fresh residues, according to chemical analysis and the degradation rates obtained for NDF, needs application of techniques that improve digestibility, aiming to increase their use and encourage the application of these materials more efficiently. It is required other studies involving the use of this residue, since these types of works, mainly in animal feed, are scarce.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor de palmito em conserva, respondendo por cerca de 95% da produção mundial (Modolo & Bovi, 2006).

A partir da maior conscientização ambiental tem havido pressão crescente junto aos principais países produtores de palmito para que este não seja obtido de forma predatória, a partir da exploração de palmeiras nas matas nativas. Esse movimento tem se fortalecido principalmente em países consumidores mais exigentes, tanto na padronização da qualidade e aparência do produto, quanto no aprimoramento dos processos produtivos, que incluem a preservação do meio ambiente e o respeito às leis trabalhistas (Anefalos *et al.*, 2007).

Sendo assim, a partir do aumento da demanda por produto legalizado, cultivado exclusivamente para fins comerciais, tem havido ampliação do número de fazendas produtoras de palmito, gerando grande quantidade de resíduos que, na maioria dos casos, não são aproveitados.

A constante e crescente necessidade de suprir matéria-prima para as indústrias de palmito em conserva no mercado nacional e internacional despertou interesse para o cultivo da palmeira-real australiana (*Archontophoenix alexandrae*). Essa espécie representa importante alternativa agroecológica para diversificação vegetal e geração de fonte de renda para sistemas produtivos, pois gera palmito de boa qualidade em curto prazo (Santos *et al.*, 2003). Seu rápido crescimento, resistência a diversas doenças, adaptação a diversos tipos de solo e a qualidade do palmito gerado impulsionaram a expansão dessa cultura (Uzzo *et al.*, 2004).

O processo de extração do palmito da palmeira-real australiana exige o corte total da palmeira e somente uma pequena parte interna do caule é utilizada para comercialização e consumo alimentício (Borderes, 2006). Assim, a alta produtividade dessa cultura conduz à geração de grande quantidade de resíduo vegetal em seu processamento.

Os resíduos de matérias vegetais podem ser considerados uma fonte abundante e renovável de produtos naturais. Somente o resíduo gerado na indústria de palmito produz muitas toneladas em termos de bainhas medianas e externas, materiais que, até o momento, são descartados do processo industrial. A prática usual para estes resíduos é o seu depósito no local de colheita, a fim de serem

incorporados como matéria orgânica, porém, como se trata de um material rico em fibras, sua degradação é lenta, tornando-se um passivo ambiental (Seben, 2011).

O resíduo gerado na área de processamento também não apresenta uma aplicação prática. Na área industrial de preparação do palmito em conserva, da quantidade de palmito revestido das bainhas que chega, com peso médio de 5 kg, aproximadamente 95% são resíduos (Seben, 2011).

Uma das formas de aproveitamento desse resíduo seria na alimentação animal, principalmente de ruminantes, que possuem características favoráveis, como a habilidade de converter alimentos fibrosos em alimentos de alta qualidade para o homem, o que os fazem ser capazes de aproveitar esse tipo de material como fonte de energia para crescimento e produção.

Além da utilização de um produto que normalmente seria descartado, a utilização do resíduo de palmito apresenta outra vantagem: esses resíduos são produzidos ao longo de todo o ano, sendo que sua utilização na alimentação de ruminantes pode ser uma alternativa para suplementação volumosa na época da seca. Além disso, a alimentação tem grande participação no custo de produção de ruminantes, indicando a importância da avaliação de alimentos alternativos de custo mais baixo.

Sendo assim, as principais justificativas para escolha deste tema é que existem poucos estudos sobre a utilização de resíduos da extração de palmito para alimentação de ruminantes, sobre o comportamento digestivo deste resíduo e sobre os produtos da fermentação das silagens desse material. Além disso, a alta quantidade de resíduos gerados pela produção de palmito necessita ter um destino adequado, logo, a possibilidade de uso na alimentação animal é uma alternativa de destinação correta deste resíduo, fazendo com que este tipo de produção seja mais sustentável. Em adição, a alimentação tem grande participação no custo de produção de ruminantes e o uso do resíduo da extração de palmito na alimentação de ruminantes pode ser uma opção para suplementação volumosa na época da seca, podendo, então, reduzir os impactos ambientais, já que estes materiais ainda não são aproveitados de maneira adequada.

Por conseguinte, objetivou-se analisar quimicamente o resíduo da produção do palmito da palmeira-real australiana *in natura* e silagem, além de avaliar a dinâmica de degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro (FDN) deste resíduo *in natura* e silagem. Ademais, buscou-se avaliar a qualidade da silagem deste resíduo, com

determinação das perdas no processo de ensilagem e da produção de ácidos graxos voláteis.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Palmeira-real australiana

De acordo com Resende *et al.* (2004), o Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de palmito, mas já não possui o título de maior exportador, o que ocorria na época em que exportava cerca de 10% de sua produção. A perda deste mercado internacional deve-se ao fato do palmito brasileiro apresentar baixa qualidade, além de ser um produto não ecológico, pois é sustentado pelo corte de palmeiras nativas. Esta baixa qualidade do palmito é resultado do processo de extrativismo, onde não se tem controle da qualidade e do tamanho do palmito, que muitas vezes é processado na mata sem as mínimas condições de higiene.

Segundo Frasson & Lopes (2002), no Brasil a utilização econômica do palmito teve seu início na década de 30, nas Regiões Sul e Sudeste. Nesta época, toda produção era proveniente da extração do palmito da palmeira juçara (*Euterpe edulis Martius*), nativa da Mata Atlântica. Porém, devido à ação exploratória das palmeiras nativas, a palmeira *E. edulis*, que antes era encontrada em abundância, se tornou escassa na Mata Atlântica de todo o Brasil. Diversos fatores contribuíram para que a palmeira juçara entrasse em risco de extinção, como a intensa exploração seletiva, devido à simplicidade que os palmiteiros encontravam para explorá-la e devido ao longo ciclo produtivo da palmeira em questão, o que também contribuiu para sua escassez.

De acordo com Sampaio *et al.* (2007), com a crescente preocupação mundial no sentido de promover a preservação dos recursos naturais, o Brasil se vê obrigado a adotar formas de exploração de seus recursos de modo a garantir a sustentabilidade de seu patrimônio ambiental. Neste contexto, o cultivo da pupunha (*Bactris gasipaes Kunth*) e da palmeira-real (*Archontophoenix sp.*) para produção de palmito constituem-se em importantes alternativas agroecológicas para diversificação e fonte de renda para sistemas de produção em várias regiões brasileiras (Santos *et al.*, 2003). O uso racional dessas palmeiras para a produção de palmito tem sido uma das alternativas para diminuir a pressão de exploração sobre as espécies nativas (Bovi, 1998).

A exploração econômica do palmito é recente, pois até o início da década de 1990, a atividade era predominantemente extrativista e pouco organizada. A partir deste período, entretanto, o agronegócio do palmito passou a ser uma atividade relevante e com alto potencial em termos produtivos e econômicos (Seben, 2011).

A pupunha é uma palmeira originária da Região Amazônica, sendo adaptada e disseminada nesta região e na América Central por povos indígenas. É uma ótima alternativa para produção de palmito, podendo ser explorada em plantios organizados, além de possuir características desejáveis, tais como precocidade, perfilhamento, rendimento e qualidade do seu palmito (Chaimsohn, 2000).

Já a palmeira-real australiana (*Archontophoenix spp.*), de acordo com Uzzo *et al.* (2004), surgiu no Brasil em meados da década de 90, como outra alternativa à produção de palmito. O gênero *Archontophoenix* é originário da costa oeste da Austrália, é utilizado em todo o mundo para fins ornamentais e, recentemente, vem se destacando como uma ótima espécie produtora de palmito. Por se tratar de uma planta exótica, a palmeira-real australiana tem um forte apelo ecológico, pois pode diminuir a pressão sobre a extração das espécies nativas de palmito, como é o caso da palmeira juçara (*Euterpe edulis*) (Vieira, 2006).

A produção de palmito nas espécies *Archontophoenix* é feita a partir de dois anos de campo, desde que cultivadas em regiões aptas e com adubação apropriada (Bovi *et al.*, 2001), enquanto que as espécies tradicionais levam de 8 a 12 anos para estarem prontas para o corte (Uzzo *et al.*, 2002).

A palmeira-real australiana apresenta virtudes que nenhuma das outras palmeiras produtoras de palmito possuem. Podem ser citados a sua resistência simultânea à forte insolação e ao frio, rápida produção, adaptação a solos degradados, muito desejada para decoração e projetos paisagísticos, mudas resistentes, plantações a céu aberto, rápido crescimento e retorno financeiro, custo de implantação e manutenção muito mais favoráveis em relação às palmeiras nativas, alta densidade de plantio, dentre outros (Bovi, 1998). Além da alta germinação, precocidade, rusticidade e da resistência às principais doenças que ocorrem em viveiro, chama a atenção a qualidade do palmito produzido por palmeiras desse gênero (Uzzo *et al.*, 2004; Frasson & Lopes, 2002).

Por ser recomendada para plantio em pleno sol, elimina os problemas que os proprietários rurais têm enfrentado com a legislação existente para áreas cobertas

com matas naturais, possibilitando ainda maior tecnificação da cultura, através da mecanização (Bovi, 1998).

As exigências climáticas para o cultivo da espécie são: clima subtropical ou tropical, quente e úmido, com temperatura média anual favorável entre 20 e 22°C, não tolerando a ocorrência de geadas. Para que a planta tenha bom desenvolvimento, o índice pluviométrico pode variar entre 1.500 e 1.970 mm anuais, com boa distribuição sazonal. Existe uma boa adaptação da espécie às áreas planas ou onduladas e a diferentes tipos de solos, desde os extremamente arenosos até aqueles com alto conteúdo de argila, bem estruturados, sem compactação (Ramos & Heck, 2003, citado por Vieira, 2006).

O plantio comercial de palmeiras para a produção de palmito, tanto através da palmeira-real australiana quanto da pupunha, pode ajudar o Brasil a recuperar o posto de maior exportador mundial de palmito. O palmito oriundo destas plantações pode ser considerado um produto ecologicamente correto e nestes plantios pode-se padronizar o palmito, obtendo melhor qualidade devido ao maior controle de todo o processo, desde a escolha de sementes até a industrialização (Sampaio *et al.*, 2007).

## **2.2 Resíduos da Produção de Palmito**

Estudos sobre o uso de subprodutos e/ou resíduos agroindustriais na produção animal vêm crescendo muito nos últimos anos com o objetivo de reduzir o custo de produção para criação. Para isso, estes subprodutos devem ser de baixo custo quando comparados com alimentos convencionais, como a silagem de milho, que apresenta altos valores no período de entressafra, época em que ocorre diminuição da produção de forragens. Com a utilização de subprodutos, o produtor, além de passar a possuir uma fonte alternativa de volumoso, diminuindo os custos de produção, irá reduzir o acúmulo de potenciais poluentes ambientais, e também liberar terras ocupadas por determinadas culturas para a formação de pastagens (Rombola *et al.*, 2010).

Entende-se por subproduto o produto extraído ou fabricado de matéria da qual já se obteve um produto mais importante. Já resíduo é o que sobra após a extração do material mais importante, porém, sem valor comercial.

De acordo com Lima e Marcondes (2005), o palmito é encontrado nas pontas das palmeiras onde se formam as folhas, sendo constituído por três camadas: bainha externa, bainha mediana e o coração do palmito. A camada externa que envolve o palmito é fibrosa, de cor esverdeada ou marrom, não é utilizada na industrialização do palmito e representa de 25 a 35 % do seu peso seco, dependendo da espécie de palmeira. A segunda camada de cor mais clara, e que representa de 25 a 30 % do peso da planta, é a bainha mediana ou semi-fibrosa e, também, não é utilizada na industrialização do palmito. Por fim, tem-se o miolo, também denominado coração do palmito, que produz o palmito em conserva e que contém baixo teor de fibras.

Para a produção de palmito em conserva é necessário o corte total da palmeira, onde somente a bainha interna presente no estipe é utilizada para a comercialização do palmito. As folhas, o caule, as bainhas externas e medianas são descartadas no campo ou na indústria (Israel, 2005).

Somente o resíduo gerado na indústria produz muitas toneladas em termos de bainha mediana, material que, até o momento, é descartado do processo industrial. Para um lote de 1.000 unidades de 300 gramas de palmito enlatado são obtidos 350 Kg de bainha mediana. Considerando que estes valores sejam obtidos por dia, a cada 20 dias de produção industrial (atividade mensal) seriam gerados 7.000 Kg de bainha mediana. Em um ano, estes valores representariam 127,75 toneladas. Portanto, sendo a bainha mediana uma parte semi-fibrosa com os mesmos componentes do palmito, propostas de utilização deste material deveriam ser incentivadas (Lima & Marcondes, 2002 *apud* Israel, 2005).

O uso destes resíduos representa a otimização da produção agrícola, reduzindo o desperdício, canalizando-os de volta para o processo produtivo e aumentando seu valor agregado. Isso, além de propiciar a redução do seu volume, elimina um possível impacto ambiental (Santos, 2000).

Visando o aproveitamento desse resíduo, Bayão (2011) realizou um experimento para avaliar o consumo voluntário e a digestibilidade aparente do resíduo oriundo da extração de palmito da palmeira-real australiana em ovinos. Nesse experimento, a silagem de cana-de-açúcar foi substituída por resíduo da produção de palmito, nos níveis de 5% e 15% e foi observado maior consumo de matéria seca (MS) quando a cana-de-açúcar foi substituída por bainha de palmito, concluindo-se que os resíduos da extração de palmito oriundos da palmeira-real

apresentam potencial para serem utilizados como alimentos volumosos na dieta de animais ruminantes.

Rombola *et al.* (2010), avaliaram os níveis de substituição (20% e 40%) da silagem de milho por subprodutos da pupunha na alimentação de ovinos deslanados. Foi verificado que as substituições não alteraram o consumo de matéria seca (MS), a digestibilidade das frações da MS, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHT) e carboidratos não estruturais (CNE). Verificou-se também que os balanços nutricionais aparentes de nitrogênio e energia não foram afetados, sendo ambos positivos, e se concluiu que os subprodutos da industrialização do palmito pupunha, quando fornecidos *in natura*, podem substituir até 40% a silagem de planta de milho.

Com características semelhantes à silagem de cana-de-açúcar no que se refere à composição química (MS = 20,3 e 23,2%; PB = 3,1 e 3,6%; EE = 0,29 e 0,9%; FDNcp = 75,3 e 66%; FDAcp = 47,9 e 41,5% e LIG = 12,3 e 7,4%, valores em % de MS para bainha do resíduo de palmeira-real australiana e silagem de cana-de-açúcar, respectivamente (Bayão, 2011)), a bainha resultante da produção de palmito tem potencial para ser usada em substituição à cana.

Sendo assim, é de se esperar que, por terem características químicas semelhantes, a bainha do resíduo de palmito e a cana-de-açúcar se comportem de maneira similar, ambas necessitando de aditivos para constituir uma silagem de boa qualidade.

Segundo composição química descrita por Bayão (2011), o resíduo da produção de palmito apresenta, para bainha e composta (folha + bainha), respectivamente 3,1 e 5,14% de PB, o que indica que o resíduo de palmito apresenta baixa porcentagem desse nutriente, o que limita a adequada atividade dos microrganismos do rúmen sobre os carboidratos fibrosos da forragem basal (Sampaio, 2007), característica comum entre o resíduo de palmito e forragens de baixa qualidade. Isso faz com que a utilização do resíduo de palmito na alimentação de ruminantes se torne inviável caso nenhuma fonte de proteína seja adicionada a este resíduo.

Como resultado da deficiência de nitrogênio no alimento, ocorre depressão no consumo de forragens de baixa qualidade, implicando redução da fermentação ruminal e menor saída de resíduos não digeridos do rúmen (Van Soest, 1994).

Forragens tropicais de baixa qualidade normalmente apresentam níveis inferiores a 7% de proteína bruta, valor considerado limítrofe para a atividade adequada dos microrganismos do rúmen sobre os carboidratos fibrosos da forragem basal (Sampaio, 2007). Isso leva ao não aproveitamento da potencial energia dos carboidratos fibrosos da parede celular vegetal, resultando em diminuição no consumo de matéria seca e baixo desempenho animal (Paulino *et al.*, 2006).

A suplementação com compostos nitrogenados para bovinos alimentados com forragem basal de baixa qualidade deve ser analisada sob a ótica de que existe um *pool* responsável pelo suprimento proteico para que se otimize a utilização dos carboidratos fibrosos da forragem (Paulino *et al.*, 2006). Segundo Sampaio (2007) citado por Souza (2007), o quadro acima descrito seria obtido com a suplementação com compostos nitrogenados em quantidade suficiente para se elevar o nível de PB da forragem basal a valores próximos a 10%, com base na matéria seca.

Segundo Paulino *et al.* (2006), o fornecimento adicional de nitrogênio para animais consumindo forragens de baixa qualidade favorece o crescimento das bactérias fibrolíticas, aumenta a taxa de digestão e a síntese de proteína microbiana, permitindo incrementar o consumo voluntário da forragem e ampliar a extração energética a partir de carboidratos fibrosos da forragem.

De acordo com Russell *et al.* (1992), se fornecida uma fonte de proteína degradável no rúmen (PDR) ou uma fonte de compostos nitrogenados não proteicos (NNP) que atenda às necessidades das bactérias fibrolíticas nas situações onde há limitação de nitrogênio, a atividade dessa população aumenta significativamente. Isso acontece porque as bactérias fibrolíticas utilizam nitrogênio amoniacal como principal fonte de compostos nitrogenados, o qual é liberado a partir da degradação ruminal da PDR e do NNP.

Dentro desse contexto, pretendeu-se estudar a utilização do resíduo de palmito da palmeira-real australiana na alimentação de ruminantes com uma quantidade fixa de proteína para atender as exigências mínimas dos microrganismos ruminais, a fim de se otimizar a digestibilidade deste resíduo, que pode ser comparado a forragens tropicais de baixa qualidade.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Local do experimento**

O experimento foi conduzido nas dependências do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

#### **3.2 Origem do material utilizado**

O material utilizado foi originado de uma indústria produtora de palmito (*Real Palm*), localizada em Cajuri, Minas Gerais (latitude 20°47'26" e longitude 42°47'48"), cujas amostras foram obtidas através da coleta dos resíduos da extração de palmito (bainhas e folhas) que foram, então, transportadas frescas até o Departamento de Zootecnia.

#### **3.3 Amostragem**

O resíduo da extração de palmito foi amostrado da seguinte forma: bainha *in natura*, composta *in natura* (50% bainha: 50% folhas da palmeira), silagem da bainha e silagem da composta (50% bainha: 50% folhas da palmeira).

#### **3.4 Preparo dos silos experimentais**

Como silos experimentais, foram utilizados baldes de plástico com capacidade total de 15 L (mini silos), com tampas próprias à vedação e adaptadas com válvula do tipo *Bunsen*, para que fosse possível o escape de gases e a avaliação das perdas gasosas durante a ensilagem. No fundo de cada balde foram colocados cerca de dois quilos de areia (previamente seca em estufa), dentro de sacos de pano, separados da silagem por tela fina de plástico, para que fosse feita a avaliação quantitativa dos efluentes. A compactação do material foi feita manualmente e a quantidade de resíduo adicionado foi calculado para que a

densidade de compactação fosse de aproximadamente 450 Kg/m<sup>3</sup>, menor que os 550 Kg/m<sup>3</sup> propostos por Tomich *et al.* (2003), considerada adequada para que os processos fermentativos ocorram de maneira correta.

Ao todo, foram preparados 12 silos experimentais (seis do resíduo de bainha e seis do resíduo da bainha mais folhas – composta).

Após o enchimento, os mini silos foram fechados com tampas apropriadas e pesados. Feito isso, as tampas foram vedadas com fita plástica adesiva, para impedir a entrada de ar. Depois de 40 dias do momento da ensilagem, a fita adesiva foi retirada, os baldes foram pesados, e então, abertos. Após a retirada de toda silagem de dentro dos baldes, estes foram pesados novamente para quantificação dos efluentes.

### **3.5 Análises laboratoriais**

Parte das amostras de cada mini silo foi retirada, acondicionada em sacos plásticos e congelada, para posteriores análises de ácidos graxos voláteis (AGVs) e nitrogênio amoniacal (NA). Outra parte, para as demais análises laboratoriais, foi colocada em sacos de papel, pesada e seca em estufa de ventilação forçada a 60°C/72h. Além disso, foi realizada, nas silagens, a medição do pH.

Todas as amostras (*in natura* e silagem), após a secagem, foram processadas em moinho de facas (1 mm). Posteriormente foi feita a quantificação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), segundo métodos descritos por Silva & Queiroz (2002). As avaliações quanto aos teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram conduzidas segundo recomendações de Mertens (2002). Os teores de FDN e FDA foram corrigidos para cinzas e compostos nitrogenados, sendo os procedimentos de correção conduzidos segundo métodos descritos por Mertens (2002) e Licitra *et. al.* (1996), respectivamente.

### **3.6 Incubações *in vitro***

Para as incubações *in vitro*, seis amostras foram utilizadas: bainha do resíduo da produção de palmito *in natura*, composta (50% folhas: 50% bainha) *in natura*,

silagem da balsa e silagem da composta. Além disso, para as incubações foram utilizadas silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura* como alimentos referência, já que estes são alimentos conhecidos e amplamente pesquisados.

Foram adicionados, até que se chegasse ao nível de 4mg de PB/ mL de solução final de incubação (Carvalho, 2009), 2/3 de nitrogênio não proteico (ureia: sulfato de amônio na relação 9:1) e 1/3 de proteína verdadeira (caseína) a todos os tratamentos.

Segundo Zorzi (2008), a relação de 2/3 ureia: sulfato de amônio (9:1) : 1/3 caseína como fontes de proteína, proporciona máxima taxa de degradação e eficiência microbiana. Sendo assim, optou-se por utilizar essa relação de nitrogênio não proteico: proteína verdadeira nas incubações *in vitro*.

Alíquotas de amostras (350 mg de MS) foram acondicionadas em frascos de vidro do tipo "penicilina" com 50 mL de volume total. A solução de McDougall (McDougall, 1949) foi preparada em frascos de erlenmeyer, com ajuste do pH para 6,8 por aspersão de dióxido de carbono. Foram transferidos 28 mL dessa solução para cada frasco contendo as amostras, os quais foram mantidos em sala climatizada (39°C), para hidratação das amostras.

Durante o processo de hidratação, foi coletado líquido ruminal proveniente de um bovino doador, fistulado no rúmen, mantido nas proximidades da sala de incubação. O animal doador foi alimentado com cana-de-açúcar e farelo de soja na proporção 80% volumoso: 20% concentrado. O líquido foi coletado na interface líquido: sólido do ambiente ruminal, filtrado por uma camada tripla de gaze, acondicionado em recipiente térmico e imediatamente transportado para a sala de incubação.

Foram adicionados 7 mL de inóculo ruminal por frasco, procedendo-se imediatamente à saturação com dióxido de carbono e à vedação dos frascos, que foram mantidos a 39°C, sob agitação orbital (40 rpm). Os gases oriundos da fermentação foram retirados a cada três horas com o auxílio de agulhas.

Foram avaliados os tempos de 0, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas de incubação. O procedimento foi repetido quatro vezes.

Para os tempos de 6, 12 e 24h foi feito mais um frasco, por tempo e por amostra, cujos conteúdos, ao final de cada tempo de incubação, foram filtrados para separação da fração líquida, que foi reservada em frascos plásticos contendo 3 mL

de ácido metafosfórico (20% p/v) os quais foram congelados, para posterior quantificação dos ácidos graxos voláteis (AGVs).

A identificação e quantificação dos ácidos graxos voláteis (lático, acético, propiônico e butírico) foi realizada em Cromatógrafo Líquido de Alto Desempenho (HPLC), marca SHIMADZU, modelo SPD-10A VP acoplado ao detector ultravioleta (UV) utilizando-se um comprimento de onda de 210 nm.

Ao final de cada tempo de incubação, os frascos foram retirados da sala climatizada e submetidos à mensuração do pH com potenciômetro digital, sendo o conteúdo filtrado sob vácuo em cadinhos filtrantes (porosidade grossa). A fração líquida foi reservada em recipientes plásticos, aos quais foi acrescentado 1 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:1) e então, estes foram armazenados a -20°C para posterior análise da concentração de nitrogênio amoniacal (NA), seguindo o procedimento descrito por Chaney & Marbach (1962).

Os cadinhos contendo a parte sólida foram então acondicionados em frascos de polietileno (120 mL), aos quais foram adicionados 50 mL de detergente neutro (Mertens, 2002). Depois de vedados, os frascos foram autoclavados (105°C/ 1h), de forma a se extraírem todos os componentes solúveis em detergente neutro (método de micro extração – Pell & Schofield, 1993). Após esse tratamento, foi feita novamente a filtração à vácuo e lavagem sequencial do resíduo com água quente e acetona. A FDN residual foi obtida após a secagem do material em estufa não ventilada (105°C/ 16h).

A quantificação dos teores de ácidos graxos voláteis (AGVs) das silagens foi realizada segundo técnica desenvolvida por Erwin *et al.*, (1961), sendo que o “suco da silagem” (30 mL), foi reservado em coletores universais contendo 3 mL de ácido metafosfórico (20% p/v) e congelado.

### **3.7 Cálculo da Perda de MS**

Para avaliação das perdas de matéria seca, foi utilizada a equação descrita por Schimidt (2006), em que esta perda foi calculada pela diferença entre o peso bruto de MS inicial e final dos silos, em relação à quantidade de forragem ensilada, descontando-se o peso do silo na ensilagem e na abertura (Jobim *et al.*, 2007).

$$PMS = \frac{[(MSi - MSf)]}{MSi} \times 100 \quad (1);$$

em que: PMS = perda total de matéria seca; MSi = quantidade de MS inicial (peso do silo após o enchimento – peso do conjunto vazio, sem a forragem, antes do enchimento (tara seca) x teor de MS da forragem na ensilagem); MSf = quantidade de MS final (peso do silo cheio antes da abertura – peso do conjunto vazio, sem a forragem, após a abertura dos silos (tara úmida) x teor de MS da forragem na abertura).

### 3.8 Cálculo das perdas por gases

A medida de perdas por gases no processo de ensilagem foi obtida com base na pesagem dos silos de laboratório no fechamento e na abertura (Jobim *et al.*, 2007), descontando-se a tara desses silos experimentais, segundo equações propostas por Schimdt (2006).

$$G = \frac{[(PCen - Pen) \times MSen] - [PCab - Pen] \times MSab}{[(PCen - Pen) \times MSen]} \times 100 \quad (2);$$

em que: G = perdas por gases em % da MS; PCen = peso do silo cheio na ensilagem (Kg); Pen = peso do conjunto (silo + tampa + areia + tela + pano) na ensilagem (Kg); MSen = teor de MS da forragem na ensilagem (%); PCab = peso do silo cheio na abertura (Kg); MSab = teor de MS da forragem na abertura (%).

### 3.9 Cálculo das perdas por efluentes

A produção de efluentes foi calculada com o uso estratégico de coletor no fundo dos silos de laboratório, conforme equação proposta por Schmidt (2006). O uso de areia seca tem mostrado eficiência, com cálculo da produção de efluente sendo feito pela diferença de peso do conjunto (silo + areia + tela + pano) na abertura (após retirar-se a forragem do silo) e antes da ensilagem, em relação à quantidade de forragem fresca ensilada. A desvantagem desse método é a

impossibilidade de análises da composição química em situações de interesse de caracterização do efluente (Jobim *et al.*, 2007).

$$E = \frac{(Pab - Pen)}{(MVfe)} \times 100 \quad (3);$$

em que: E = produção de efluente (Kg por tonelada de massa verde); Pab = peso do conjunto (silo + areia + pano + tela) na abertura (Kg); Pen = peso do conjunto (silo + areia + pano + tela) na ensilagem (Kg); MVfe = massa verde de forragem ensilada (Kg).

### 3.10 Cálculo da degradabilidade da FDN

Os resíduos de FDN nos diferentes tempos, para cada tratamento, foram submetidos, por intermédio do algoritmo de Gauss-Newton (Souza, 1998), ao ajustamento do modelo logístico não-linear descrito por Van Milgen *et al.* (1991):

$$Rt = U \times \frac{[c \times \exp(-p \times t) - p \times \exp(-c \times t)]}{(c - p)} + I \quad (4);$$

em que: Rt = resíduo não degradado de FDN no tempo “t” (%); U = fração potencialmente degradável da FDN (FDNpd) (%); c = taxa fracional de degradação da fração potencialmente degradável da FDN ( $h^{-1}$ ); p = taxa fracional de latência ( $h^{-1}$ ); t = tempo (h); e I = fração indegradável da FDN (%).

A função descrita em (4) é simétrica em relação às taxas fracionais c e p, sendo comumente assumido que os menores valores estão associados a c (Vieira *et al.*, 1997). Contudo, para os casos em que c e p tendem à mesma estimativa, indeterminação matemática será observada. Assim, para os casos em que isto foi observado, o modelo foi re-parametrizado segundo a regra de L'Hôpital (Van Milgen *et al.*, 1991):

$$Rt = U \times (1 + \lambda \times t) \times \exp(-\lambda \times t) + I \quad (5);$$

em que:  $\lambda$  = taxa fracional conjunta de latência e degradação ( $h^{-1}$ ); sendo os demais termos definidos anteriormente.

Antecipa-se que para todos os tratamentos avaliados foi necessária a re-parametrização da equação (4), sendo, desta forma, empregada apenas a equação (5) na descrição dos perfis de degradação.

### 3.11 Cálculo do pH no tempo

Para avaliação do comportamento do pH nos tempos de incubação, utilizou-se a análise de regressão não-linear, ajustando-se o modelo exponencial, proposto por Ørskov & McDonald (1979):

$$Y = a + b * t * \exp^{-kd*t} \quad (6);$$

em que:  $Y$  = pH médio no tempo;  $a$  = pH final;  $b$  = quantidade total de pH que caiu com o tempo;  $kd$  = taxa de decréscimo do pH e;  $t$  = tempo de incubação (h).

### 3.12 Análises estatísticas

Os modelos ajustados para os perfis de degradação em função dos diferentes tratamentos foram comparados de forma descritiva. Por sua vez, os valores de pH e a concentração de nitrogênio amoniacal (NA) obtidos para os diferentes tempos de incubação foram avaliados segundo delineamento em blocos completos casualizados, considerando-se cada partida de incubação como bloco, em esquema fatorial 6 x 10 (seis tratamentos e dez tempos de incubação). Quando pertinente, as médias de pH, perdas de MS, perdas por efluentes e perdas por gases foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer. Todos os procedimentos estatísticos foram conduzidos por intermédio do programa SAS (*Statistical Analysis System*), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Para análise da concentração de nitrogênio amoniacal e de ácidos graxos voláteis, foi adotado o modelo de medidas repetidas no tempo, utilizando-se o PROC MIXED do SAS para realização das análises estatísticas, com 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Esse tipo de procedimento é utilizado quando se têm pelo menos dois fatores a serem estudados (tratamento e tempo), em que tratamento é o fator entre indivíduos e tempo, o fator intra-indivíduos (Costa, 2003). Entre as razões para a realização de experimentos dessa natureza, destacam-se a suspeita de que os efeitos dos tratamentos em uma sequência de tempo se alteram, incorporando informações sobre a variação individual na análise, e o fato de que proporcionam condições adequadas para o controle de fatores acessórios que possam influenciar a resposta e melhoram, em geral, a precisão das estimativas (Gill, 1986; Lima, 1996 – citados por Rosário *et al.*, 2005).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Qualidade da Silagem

A qualidade da silagem foi avaliada seguindo alguns parâmetros, que foram: perdas por efluentes, perdas por gases, perda de MS, pH, concentração de ácidos graxos voláteis (lático, acético, propiônico e butírico) e concentração de nitrogênio amoniacal, conforme dados presentes na Tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros de qualidade da silagem dos resíduos da extração de palmito.

|   | Bainha  | Composta |
|---|---------|----------|
| <b>Perdas por Efluentes<sup>1</sup></b> | 34,00 a | 22,67 b  |
| <b>Perda por Gases<sup>2</sup></b>      | 10,73 a | 5,25 b   |
| <b>Perda de MS<sup>3</sup></b>          | 13,83 a | 7,43 b   |
| <b>pH</b>                               | 3,84 a  | 3,76 b   |
| <b>Lático<sup>2</sup></b>               | 0,884 a | 0,667 b  |
| <b>Acético<sup>2</sup></b>              | 0,197 a | 0,110 b  |
| <b>Propiônico<sup>2</sup></b>           | 0,034 a | 0,033 a  |
| <b>Butírico<sup>2</sup></b>             | 0,007 a | 0,006 a  |
| <b>N-NH<sub>3</sub><sup>4</sup></b>     | 0,123 a | 0,037 b  |

<sup>1</sup> Kg por tonelada de matéria verde; <sup>2</sup> % MS, <sup>3</sup> %, <sup>4</sup> % do N total.

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

As perdas gasosas da ensilagem dos resíduos de palmito foram maiores para a bainha (10,73% da MS) e menores para a composta (5,25% da MS), quando comparadas com as perdas na ensilagem de capim-elefante encontradas por Andrade *et al.* (2010), que foram de 6,1% da MS. Schmidt *et al.* (2010) encontraram valores de perdas gasosas de 10,8% da MS para ensilagem de palmito pupunha, valor superior aos aqui encontrados tanto para silagem da bainha quanto para silagem da composta. As maiores perdas gasosas ocorridas na silagem da bainha devem-se, possivelmente, às maiores produções de ácidos graxos voláteis que este tipo de resíduo apresentou.

As perdas por gases estão associadas ao tipo de fermentação ocorrida na ensilagem. Quando a fermentação ocorre via bactérias homofermentativas, utilizando a glucose como substrato para produzir lactato, as perdas de MS são menores. Quando ocorre a produção de álcool (etanol ou manitol), há um aumento

considerável de perdas por gases, sendo esse tipo de fermentação promovido por bactérias heterofermentativas, enterobactérias e leveduras (Nussio *et al.*, 2002).

Gramíneas tropicais, quando não emurhecidas, são colhidas com excesso de umidade para a ensilagem. Nesta condição, contudo, as perdas de MS por gases são ainda maiores, decorrentes da fermentação butírica, promovida por Clostrídios, onde tanto as perdas de MS como as de energia são elevadas (McDonald *et al.*, 1991).

De acordo com McDonald *et al.* (1991), além da matéria seca, fatores como o tipo de silo, o grau de compactação e a natureza do pré-tratamento da cultura afetam a perda de efluentes. Os efluentes contêm nutrientes importantes, como açúcares, compostos nitrogenados solúveis, minerais e ácidos fermentáveis. A ensilagem de culturas com baixos teores de matéria seca (15% MS) podem resultar em perdas de efluentes de até 10% da MS.

Bernardino *et al.* (2005), trabalhando com ensilagem de palmito pupunha encontraram produção de efluentes de 47,7 Kg por tonelada de matéria verde, valor bem superior aos aqui encontrados, tanto para a silagem da bainha quanto para a silagem da composta (Tabela 1). Os valores de efluentes das forragens tropicais são, em geral, superiores aos encontrados para a silagem do resíduo de palmito. Loures, *et al.* (2005) e Bernardino *et al.* (2005) encontraram valores de 250 e 123 litros por tonelada de matéria verde para ensilagem de capim-tanzânia e capim-elefante, respectivamente. Farias *et al.* (2010) também encontraram altos valores de produção de efluentes (240 litros por tonelada de matéria verde ensilada), comparativamente aos da ensilagem do resíduo da palmeira-real, para a ensilagem de capim-elefante.

As perdas de MS encontradas foram de 13,8 e 7,4%, para a bainha e composta ensiladas, respectivamente, valores abaixo dos encontrados na literatura para algumas gramíneas tropicais que são ensiladas tradicionalmente. Trabalhando com silagem de resíduo de palmito pupunha, Schimidt *et al.* (2010), encontraram 15,1% como perdas totais de MS. Já Andrade *et al.* (2010) encontraram valores de perdas de MS de 18,7% em silagem de capim-tanzânia. Balieiro Neto *et al.* (2009) observaram perdas de 19,5% de MS em silagem de cana-de-açúcar, valor próximo ao encontrado por Pedroso *et al.* (2007), que foi de 18,3%. Sendo assim, pela avaliação da perda de MS, as silagens dos resíduos de palmeira-real australiana podem ser consideradas de boa qualidade.

Possivelmente, as menores perdas, tanto de MS como por gases e efluentes, ocorridas para a silagem da composta são devidas à maior dificuldade de compactação que este tipo de resíduo apresenta. A presença de folhas faz com que o volume a ser ensilado seja maior e, conseqüentemente, maior a dificuldade de se chegar ao nível de compactação ideal (450 Kg/m<sup>3</sup>) para que os processos de ensilagem ocorram adequadamente.

Os valores de pH para as silagens da balsa e da composta foram de 3,84 e 3,76, respectivamente. O maior pH encontrado na silagem balsa, em relação à silagem da composta deve-se, provavelmente, aos maiores teores de nitrogênio amoniacal produzidos por essa silagem. De acordo com McDonald *et al.* (1991), silagens bem preservadas apresentam valores de pH que variam de 3,7 a 4,2.

Ainda segundo estes mesmos autores e Van Soest (1994), silagens bem preservadas apresentam concentrações nulas ou muito baixas de propionato e butirato, já que estes ácidos são originários de fermentações secundárias.

Vieira *et al.* (2004), realizaram uma classificação da qualidade das silagens baseados em diversos trabalhos de literatura e concluíram, através destes, que silagens de boa qualidade apresentam níveis de ácidos láctico, acético, propiônico e butírico (em % MS) maiores que 5, menores que dois, menores que 0,5 e menores que 0,1, respectivamente. Sendo assim, pelas concentrações de ácidos acético, propiônico e butírico (Tabela 1), as silagens de resíduo de palmeira-real podem ser consideradas de boa qualidade. No entanto, as silagens desses resíduos apresentaram valores de ácido láctico abaixo dos preconizados para silagens bem preservadas. Este fato pode ser devido à baixa quantidade de carboidratos solúveis presentes nesses resíduos. De acordo com McDonald *et al.* (2002), quantidades mais elevadas de ácido láctico podem estar presentes se silagens forem feitas a partir de culturas ricas em carboidratos solúveis em água.

Vieira *et al.* (2004), concluíram, por meio de análise de diversos trabalhos da literatura, que silagens com teores de nitrogênio amoniacal menores que 5 (em % do N total) são de boa qualidade. Logo, considerando a concentração de NA, a silagem dos resíduos de palmeira-real pode ser considerada de boa qualidade. Elevados teores de nitrogênio amoniacal resultam em queda na qualidade da silagem, devido à degradação de compostos nitrogenados (proteína verdadeira, peptídeos, aminoácidos, aminas e amidas) pela ação de bactérias do grupo *Clostridium*, até

amônia, a qual é perdida por volatilização durante a abertura do silo (McDonald *et al.*, 1991).

#### 4.2 Análise química dos resíduos da palmeira-real australiana

As amostras do resíduo da produção de palmeira-real australiana foram analisadas quimicamente quanto os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína (FDAcp), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), lignina (LIG), carboidratos não fibrosos (CNF), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), para balsa *in natura* (B in), composta *in natura* (C in), balsa silagem (B sil) e composta silagem (C sil). Encontram-se na Tabela 2 os resultados dessas análises. É importante observar a baixa quantidade de PB, a alta quantidade de FDN e a elevada porcentagem de lignina que os materiais apresentam.

**Tabela 2.** Constituição química dos resíduos da palmeira-real australiana.

|                           | B in    | C in     | B sil   | C sil    |
|---------------------------|---------|----------|---------|----------|
| <b>MS</b> <sup>1</sup>    | 18,69 c | 25,53 a  | 17,06 d | 24,60 b  |
| <b>PB</b> <sup>2</sup>    | 2,80 c  | 5,43 b   | 3,01 c  | 6,56 a   |
| <b>EE</b> <sup>2</sup>    | 0,29 c  | 0,60 b   | 0,40 c  | 0,85 a   |
| <b>MO</b> <sup>2</sup>    | 95,05 a | 93,76 a  | 94,87 a | 93,84 a  |
| <b>FDNcp</b> <sup>2</sup> | 63,83 c | 61,75 d  | 72,04 a | 67,18 b  |
| <b>FDAcp</b> <sup>2</sup> | 43,57 c | 46,12 bc | 50,79 a | 49,33 ab |
| <b>PIDN</b> <sup>2</sup>  | 1,71 b  | 3,13 a   | 1,95 b  | 3,79 a   |
| <b>PIDA</b> <sup>2</sup>  | 1,16 b  | 1,68 a   | 1,04 b  | 1,93 a   |
| <b>LIG</b> <sup>2</sup>   | 12,37 b | 14,53 ab | 14,74 a | 15,33 a  |
| <b>CNF</b> <sup>2</sup>   | 28,13 a | 25,97 b  | 19,42 c | 19,25 c  |
| <b>CEL</b> <sup>2</sup>   | 46,94 c | 46,96 c  | 52,97 a | 50,07 b  |
| <b>HEM</b> <sup>2</sup>   | 17,71 b | 14,86 d  | 20,67 a | 17,47 c  |
| <b>FDNi</b> <sup>2</sup>  | 34,58 d | 41,42 c  | 43,08 b | 48,03 a  |

<sup>1</sup> %, <sup>2</sup> % da MS. Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Nota: B in = balsa *in natura*, B sil = balsa silagem, C in = composta *in natura*, C sil = composta silagem.

Os teores de MS e FDNcp foram diferentes ( $P < 0,05$ ) para todos os materiais analisados. De acordo com Van Soest (1965), em alimentos com valores acima de 50 a 60% de FDN o consumo é limitado pelo efeito físico de enchimento do rúmen, o que aconteceria, provavelmente, se estes resíduos fossem fornecidos exclusivamente para os animais.

Os teores de PB e EE foram maiores para a silagem da composta e menores para os resíduos de bainha. Tendo como base dados de silagens mais utilizadas, como silagens de milho (7,26% PB), silagem de capim-elefante (5,47% PB) e de cana-de-açúcar (2,74% PB), de acordo com Valadares Filho *et al.* (2006), pode-se perceber que os resíduos analisados contêm baixos teores deste nutriente, sendo necessário a realização de suplementação proteica, principalmente para os resíduos que envolvem a utilização da bainha do palmito.

Os teores de LIG foram maiores ( $P < 0,05$ ) para as silagens testadas. Ao contrário dos de CNF, que foram menores para os resíduos conservados. Os teores de PIDN e PIDA foram maiores para as amostras compostas. Já o teor de MO não teve diferença estatística entre os tratamentos realizados.

A silagem da bainha apresentou o maior teor de celulose e hemicelulose, sustentado pelos maiores teores de FDAcp desse resíduo.

A avaliação dos conteúdos de FDNi, confirma os resultados obtidos com a LIG, sendo as silagens dos resíduos as amostras que apresentaram maior quantidade desses constituintes.

Em síntese, observando-se os dados da Tabela 2, fica evidente que nenhum dos resíduos fornecidos como alimento único permitirá ao animal atingir consumo suficiente de matéria seca, proteína ou energia digestível para sua manutenção. Tal fato indica a necessidade de aplicação de práticas que melhorem o aproveitamento e a digestibilidade desses alimentos com o objetivo de aumentar o consumo e propiciar a utilização desses materiais de forma mais eficiente (Faria Jr *et al.*, 2009).

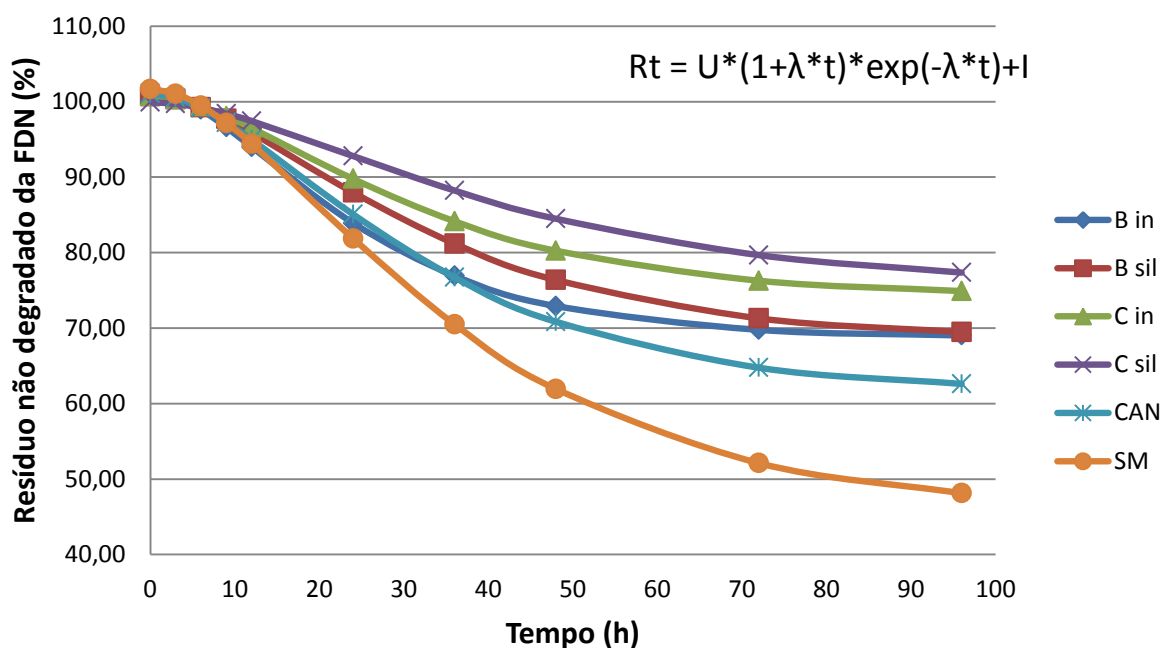
#### **4.3 Degradabilidade da FDN no tempo, pH, NA e AGVs**

Os resultados da degradabilidade da FDN no tempo estão na Figura 1. É possível observar que os resíduos estudados comportaram-se de maneira semelhante aos alimentos tradicionais (silagem de milho e cana-de-açúcar) no que

se refere à degradabilidade da fibra no tempo. Como era esperado, a degradabilidade da silagem de milho foi maior que dos demais alimentos, seguida pela cana-de-açúcar *in natura* e pelos resíduos da bainha e, por último, dos resíduos da bainha mais folhas.

No entanto, a baixa degradação da fibra dos resíduos de palmeira-real australiana (cerca de 70% a 80% de resíduos não degradados ao final de 96h de incubação), leva a entender que é necessário o acréscimo de algum tipo de aditivo a estes resíduos que faça com que a digestibilidade da fibra aumente, para melhor aproveitamento do alimento em questão.

**Figura 1.** Resíduo não degradado da FDN (em %), em função do tempo.



Nota:  $R_t$  = resíduo não degradado de FDN no tempo “t” (%); U = fração potencialmente degradável da FDN (%);  $\lambda$  = taxa fracional conjunta de latência e degradação ( $h^{-1}$ ); t = tempo (h); e I = fração indegradável da FDN (%). B in = bainha *in natura*, B sil = bainha silagem, C in = composta *in natura*, C sil = composta silagem, CAN = cana-de-açúcar *in natura*, SM = silagem de milho.

Assim como foi observado neste estudo, McDonald *et al.* (2002), sugeriram que na degradabilidade da aveia, por exemplo, ocorre, em primeiro lugar, uma digestão muito rápida, seguida por uma fase lenta de digestão. Isto acontece devido à rápida decomposição dos nutrientes facilmente solubilizados, tais como açúcares, seguido pela lenta degradação da celulose e outros carboidratos complexos. Todavia, devido

ao fato desses resíduos terem semelhanças, no que diz respeito à composição química, com forragens tradicionais de baixa qualidade, a degradação da fibra é menor do que em alimentos cultivados em regiões temperadas, como a aveia. Sendo assim, nesta situação, ocorre maior mobilização do nitrogênio presente sob a forma de proteínas solúveis para as formas insolúveis, geralmente associadas à parede celular vegetal (Van Soest, 1994).

Deste modo, de acordo com Russell *et al.* (2002), o fornecimento adicional de compostos nitrogenados para animais consumindo forragens de baixa qualidade pode permitir o incremento no consumo voluntário da forragem e melhorar o balanço energético a partir dos carboidratos fibrosos da forragem, uma vez que estes favorecem o crescimento das bactérias fibrolíticas.

Pode-se observar (Tabela 3) que houveram diferenças ( $P < 0,05$ ) na fração potencialmente degradável da FDN entre as amostras estudadas. A degradação da fibra foi maior para a silagem de milho, seguida pela cana-de-açúcar, balsa do resíduo, *in natura* e silagem e, por fim, a composta do resíduo, *in natura* e silagem, que foram iguais estatisticamente ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 3.** Parâmetros de degradabilidade da fibra em detergente neutro.

| Parâmetros | B in    | B sil   | C in     | C sil   | CAN      | SM      |
|------------|---------|---------|----------|---------|----------|---------|
| U          | 32,57 a | 32,14 a | 26,38 b  | 24,28 b | 39,43 c  | 55,81 d |
| I          | 68,83 a | 68,59 a | 74,30 b  | 75,64 b | 61,62 c  | 45,85 d |
| $\lambda$  | 0,075 a | 0,057 b | 0,059 ab | 0,045 b | 0,058 ab | 0,052 b |

Nota: U = fração potencialmente degradável da FDN (FDNpd) (%); I = fração indegradável da FDN ( $h^{-1}$ ) e  $\lambda$  = taxa fracional conjunta de latência e degradação ( $h^{-1}$ ). B in = balsa *in natura*, B sil = balsa silagem, C in = composta *in natura*, C sil = composta silagem, CAN = cana-de-açúcar *in natura*, SM = silagem de milho.

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Era esperado que as amostras compostas (balsa + folhas) tivessem maior degradabilidade da FDN, porém isso não ocorreu, provavelmente, devido aos maiores teores de lignina encontrados nessas amostras, conforme pode ser observado na Tabela 2.

De acordo com Malafaia *et al.* (1998), com um maior grau de lignificação, os teores de digestibilidade da FDN diminuem. Esses autores observaram que à

medida que o percentual de lignina na amostra aumenta, ocorre aumento linear no percentual de resíduo indigestível da FDN.

Segundo Van Soest, 1994, os resíduos indigestíveis da FDN podem possuir cerca de 35 a 40% de lignina em sua composição, comportamento este que pode ser explicado, em parte, pela interferência deletéria dos constituintes da lignina sobre a atividade microbiana ruminal.

As ligninas interferem na digestibilidade dos carboidratos por diversos mecanismos, dentre os quais a incrustação e a formação de complexos ligno-polissacarídeos (Faria Jr. *et al.*, 2009) e o grau de lignificação seja, talvez, o principal fator limitante da digestão da parede celular das forrageiras (Pereira *et al.*, 2002). No entanto, o percentual de lignina na FDN do resíduo indigestível não pode ser utilizado indiscriminadamente como preditor de indigestibilidade dos alimentos (Malafaia *et al.*, 1998; Campos *et al.*, 2002; Cabral *et al.*, 2000).

Foram determinados a curva de pH no tempo dos resíduos da palmeira-real (Figura 2), assim como os parâmetros utilizados para cálculo do pH do líquido ruminal (Tabela 4), de acordo com as equações ajustadas de Ørskov e McDonald (1979). Foi observado que os valores de pH (Tabela 4) dos resíduos (bainha *in natura*, bainha silagem, composta *in natura* e composta silagem) foram maiores ( $P < 0,05$ ) que os valores de pH dos alimentos utilizados como referência (cana-de-açúcar *in natura* e silagem de milho). Porém, de acordo com Hoover (1986), valores de pH acima de 6,0-6,1 não são considerados inibitórios à atividade adequada dos microrganismos celulolíticos. Sendo assim, não ocorreram, portanto, efeitos prejudiciais à fermentação ruminal nos alimentos testados devido aos efeitos de pH.

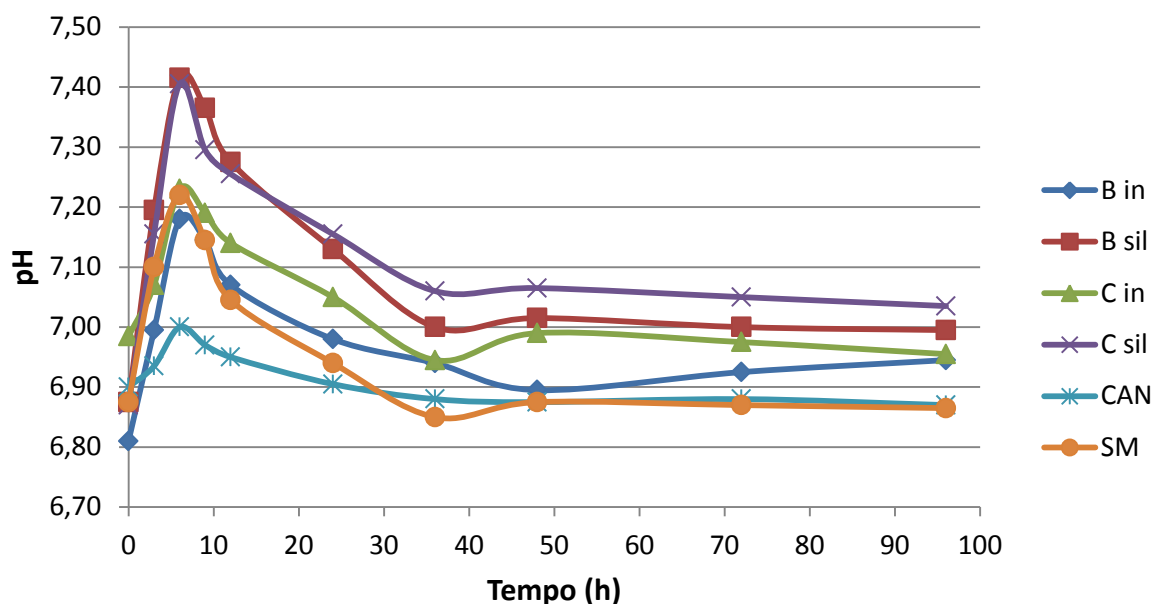
**Tabela 4.** Parâmetros utilizados na determinação do pH do líquido ruminal.

| Parâmetros | B in     | B sil    | C in     | C sil    | CAN      | SM       |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>A</b>   | 6,91 a   | 6,99 b   | 6,96 b   | 7,04 c   | 6,87 ad  | 6,86 d   |
| <b>B</b>   | 0,28 a   | 0,44 b   | 0,28 a   | 0,35 c   | 0,13 d   | 0,36 c   |
| <b>k</b>   | -0,077 a | -0,070 a | -0,074 a | -0,077 a | -0,083 a | -0,101 a |

Nota: A = pH final; B = quantidade total de pH que caiu com o tempo e k = taxa de decréscimo do pH. B in = bainha *in natura*, B sil = bainha silagem, C in = composta *in natura*, C sil = composta silagem, CAN = cana-de-açúcar *in natura*, SM = silagem de milho.

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

**Figura 2.** Comportamento do pH nos tempos de incubação.



Nota: B in = baidha *in natura*, B sil = baidha silagem, C in = composta *in natura*, C sil = composta silagem, CAN = cana-de-açúcar *in natura*, SM = silagem de milho.

Devido à adição de fontes de proteína degradáveis no rúmen (PDR) aos frascos de incubação, e ao fato destas se transformarem em amônia, ocorre aumento do pH do meio, conforme foi observado nas primeiras horas de incubação (Figura 2). Após a degradação da ureia: SA e caseína, o pH do meio caiu mas, mesmo assim, foi mantido a um nível adequado para a degradação da fibra do alimento (Hoover, 1986).

Segundo Huber (1984), um dos benefícios da utilização da ureia, além do fornecimento de amônia para o crescimento microbiano, seria o fato de a mesma manter o pH em uma faixa mais adequada para a digestão da fibra.

Observou-se (Figura 2) que, para a cana-de-açúcar, devido à alta quantidade de sacarose presente, deve ter ocorrido uma interação com a ureia, fazendo com que este pH não fosse elevado em demasia. Hoover (1986), evidenciou que aumentando-se a quantidade de carboidratos solúveis na dieta, o pH ruminal cai para níveis abaixo de 6,0, diminuindo a digestibilidade da fibra da dieta. Este fato justifica a adição de ureia a fim de controlar a queda do pH, devido ao alto teor de carboidratos solúveis (sacarose) presente nesta planta, tornando necessário a utilização de quantidades relativamente elevadas dessa fonte de nitrogênio não proteico. Por outro lado, esse fato gera relações N: S muito largas, aumentando a demanda por uma fonte de S (Rodrigues *et al.*, 1992). Segundo Akin & Hogan

(1983), o fornecimento de uma forragem deficiente em S reduz a capacidade dos microrganismos do rúmen em degradar a fibra.

De acordo com Hoover (1986), se a degradação de carboidratos facilmente fermentáveis provocar um decréscimo no pH do rúmen para 6,0 ou menos, a digestão das fibras será diminuída. Como a ingestão de MS está associada à taxa e a extensão da digestão da fibra no rúmen, para otimizar o consumo em vacas lactantes, deve-se manter o pH do rúmen em 6,0 ou mais, com o fornecimento adequado de proteínas degradáveis no rúmen a fim de manter as concentrações de nitrogênio amoniacal maiores do que 3,3 mg/dL, incluindo isoácidos, quando as taxas de *turnover* ruminal são elevadas e proteína de baixa degradabilidade é fornecida, além de realizar a seleção de ingredientes para rápidas taxas de digestão das fibras no rúmen.

A degradabilidade ruminal de forragens com baixa digestibilidade da MS é reduzida, em maior extensão, quando ocorre suplementação com carboidratos facilmente fermentáveis e estes volumosos apresentam menor queda na degradação da MS quando o pH do rúmen for mantido no nível normalmente associado com dietas ricas em fibra (Mould *et al.*, 1983).

Quando o pH está abaixo de 6,2, ocorre queda na digestão de fibra, devido ao fato das bactérias celulolíticas serem sensíveis a pH inferior a 6,2 (Ørskov, 1988).

Segundo Church (1988), o pH ruminal exerce importante efeito na determinação da concentração de amônia no rúmen, já que, com maior concentração de NA, o pH é aumentado.

Como a todos os tratamentos foram adicionadas fontes de proteína para os microrganismos ruminais até que se chegasse ao nível mínimo exigido para adequada atividade destes (mínimo de 7% PB – Paulino, 1999; Ørskov, 2000; Sampaio, 2007), não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) para as concentrações de nitrogênio amoniacal (Tabela 5). Segundo Leng (1990), o fornecimento de níveis adequados de NA no fluido ruminal, para que a maior parte das exigências para o crescimento microbiano sejam supridas, deve ser prioridade sob o aspecto de otimização do processo fermentativo, sendo esta a justificativa para a adição deste nível de proteína aos frascos de incubação.

**Tabela 5.** Concentração média de nitrogênio amoniacal (NA) no tempo.

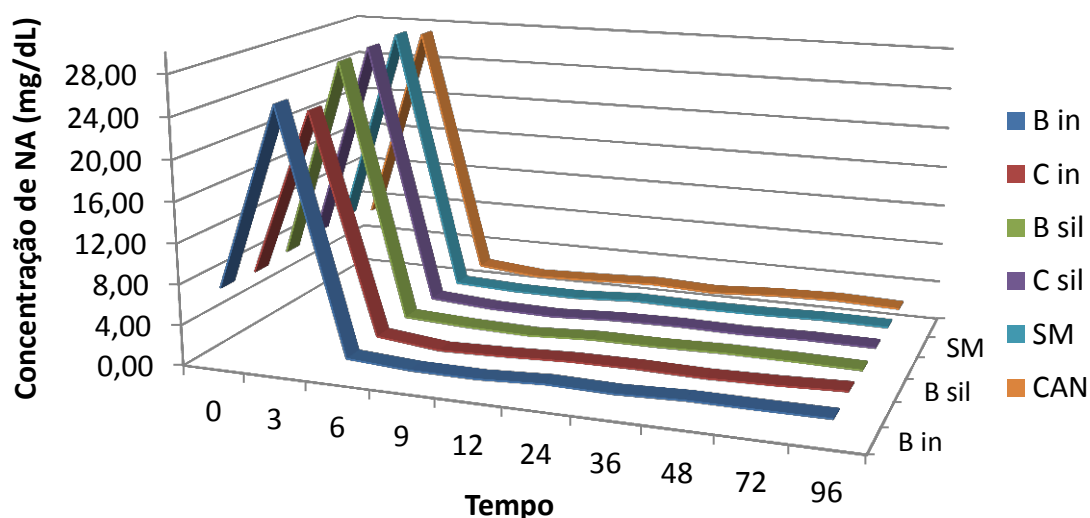
|                | B in   | B sil  | C in   | C sil  | CAN    | SM     |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| [ ] NA (mg/dL) | 4,77 a | 5,04 a | 4,59 a | 5,11 a | 4,94 a | 5,14 a |

Nota: B in = bainha *in natura*, B sil = bainha silagem, C in = composta *in natura*, C sil = composta silagem, CAN = cana-de-açúcar *in natura*, SM = silagem de milho.

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

A concentração de nitrogênio amoniacal (NA) aumentou ( $P < 0,05$ ), independentemente do tratamento (Figura 3), nos tempos iniciais de incubação. Isto se deve ao fato de que, com o passar do tempo, toda a mistura caseína: ureia: SA, ou seja, proteína verdadeira: nitrogênio não proteico, foi transformada em amônia, devido à ação dos microrganismos presentes no líquido ruminal, que degradam fontes de proteína em amônia. Como, além da caseína, também foi adicionada ureia como fonte de PDR e esta apresenta rápida taxa de degradação ruminal, os teores de NA subiram rapidamente, enquanto essa fonte ainda estava disponível (tempos 0 a 3). Após este tempo, devido ao fato de ser um sistema *in vitro*, onde não ocorreu suprimento constante de proteína para renovação da fonte de PDR para os microrganismos do líquido ruminal, a concentração de NA caiu acentuadamente, permanecendo em concentrações de aproximadamente 2 mg NA/dL.

**Figura 3** – Comportamento da concentração de nitrogênio amoniacal (NA) no tempo.



Nota: B in = bainha *in natura*, B sil = bainha silagem, C in = composta *in natura*, C sil = composta silagem, CAN = cana-de-açúcar *in natura*, SM = silagem de milho.

Segundo Paulino (1999), dietas desbalanceadas, com reduzida disponibilidade de nitrogênio, ou ricas em fibra detergente neutro, têm o suprimento de proteína degradada no rúmen (PDR) como fator limitante para o crescimento microbiano, reduzindo a utilização da energia disponível no rúmen na forma de ácidos graxos voláteis e prejudicando a atividade fermentativa do rúmen. Logo, a taxa de digestão da parede celular fica comprometida, o material deixa lentamente este compartimento e verifica-se redução na ingestão de alimentos. Como os resíduos apresentam baixa quantidade de PB e altos teores de FDN, deu-se a necessidade de adição de fontes de PB para que o crescimento microbiano não fosse limitado.

Deste modo, em algumas circunstâncias, o consumo de forragem pode ser limitado por uma deficiência de nitrogênio dietético, já que concentrações de nitrogênio abaixo de 1% na matéria seca (cerca de 7% de proteína bruta) prejudicam a eficiência fermentativa das bactérias do rúmen, reduzindo o consumo e digestão da forragem (Paulino, 1999).

Logo, pode-se inferir que o nível mínimo de 7% de PB na dieta (Sampaio, 2007; Ørskov, 2000) é demandado para que os microrganismos tenham condições plenas de utilização dos substratos energéticos da forragem ingerida, principalmente se esta for de baixa qualidade. Forragens tropicais normalmente apresentam níveis inferiores a 7% de PB (Minson, 1990) e, segundo Hoover (1986), nessas forragens ocorrem limitações na taxa e extensão de degradação devido à deficiência de nutrientes essenciais, como nitrogênio, enxofre ou, em alguns casos, ácidos graxos de cadeia ramificada. De acordo com Russel *et al.* (1992), microrganismos que fermentam a celulose e hemicelulose crescem lentamente e utilizam amônia como fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana. Já os microrganismos que fermentam amido, pectina e açúcares crescem mais rapidamente e utilizam amônia ou aminoácidos como fonte de nitrogênio.

A taxa de produção de nitrogênio amoniacal no rúmen reflete a solubilidade e a fermentabilidade da dieta, bem como a produção endógena de compostos nitrogenados (Huntington & Archibeque, 1999). Em virtude do fato de a hidrólise da ureia ser mais rápida que a capacidade de assimilação de amônia pelos microrganismos ruminais (Silva & Leão, 1979), espera-se que a concentração de NA ruminal aumente em função da inclusão de fontes de compostos nitrogenados mais degradáveis, como a ureia (Rennó *et al.*, 2008).

Segundo Russel *et al.* (1992), a concentração de NA tem sido empregada

como referência de qualidade das condições ruminais para as atividades microbianas, principalmente para os microrganismos que degradam carboidratos fibrosos, os quais empregam o preferencialmente o NA como fonte nitrogenada para o crescimento. Logo, a concentração de NA deve estar em condições adequadas para a otimização do crescimento microbiano e posterior utilização dos substratos fibrosos da forragem (Zorzi, 2008).

Não houveram diferenças entre os tratamentos para as concentrações médias de NA ( $P>0,05$ ), provavelmente devido à adição inicial de ureia:SA e caseína aos frascos de incubação, que fizeram com que as concentrações de PB e, conseqüentemente, de NA fossem iguais, estatisticamente, para todos os tratamentos (Tabela 5).

A concentração de NA ruminal varia entre 0,8 a 56 mg/ dL e aumenta com o aumento da concentração de PB (Satter & Roffler, 1975). De acordo com Sampaio (2007), em condições tropicais, é necessário o nível de 5,32 mg NA/ dL para que o crescimento dos microrganismos ocorra em patamares mínimos para a manutenção dos processos de síntese microbiana e degradação ruminal e, para que estes microrganismos apresentem capacidade plena de utilização da forragem basal de baixa qualidade, é necessário a concentração mínima de 6,24 mg NA/ dL. Os valores médios encontrados neste trabalho (Tabela 5) foram próximos aos indicados por Sampaio (2007), lembrando que neste sistema *in vitro* não ocorreu suplementação de PB com o passar do tempo.

Em ruminantes alimentados com baixa quantidade de proteína nas dietas, o fornecimento adicional de PDR poderia beneficiar a conservação de nitrogênio (isto é, aumento da reciclagem de nitrogênio uréico para o trato gastrintestinal e o fornecimento de fonte prontamente disponível de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana) para as funções de produção (Doranalli, 2010).

O pico de produção de NA (Figura 3) se deu 3h após o início do processo de incubação, o que coincide com o rápido aumento do pH que ocorreu nesse período (Figura 2). Isso ocorre porque a produção de NA se dá devido à degradação, pelos microrganismos ruminais, da proteína dietética e, como foram adicionadas ureia:SA e caseína que possuem rápida degradação, isso provocou um aumento nas concentrações de NA e, conseqüentemente, do pH.

A avaliação de parâmetros do rúmen, dentre estes o pH, o teor de nitrogênio amoniacal e os ácidos graxos voláteis (AGVs) proporcionam o acompanhamento

nutricional da dieta e da sua fermentação.

De acordo com Berchielli *et al.* (2006), a principal fonte de energia para os ruminantes são os ácidos graxos voláteis (AGVs) produzidos no rúmen pela fermentação microbiana de carboidratos e, em alguns casos, da proteína, sendo o acético, propiônico e butírico os principais.

Sendo assim, avaliou-se as concentrações médias dos ácidos láctico, acético, propiônico e butírico, cujos resultados estão na Tabela 6. É possível observar que não houveram diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para os ácidos graxos voláteis acético, propiônico e butírico.

A maior produção de lactato pela cana-de-açúcar e silagem de milho se deve, provavelmente, a maior quantidade de carboidratos solúveis facilmente fermentáveis encontrados nesses alimentos, em relação aos resíduos estudados.

**Tabela 6.** Concentração média dos principais AGVs para os resíduos da palmeira-real australiana.

| <b>AGVs (ppm)</b> | <b>B in</b> | <b>B sil</b> | <b>C in</b> | <b>C sil</b> | <b>CAN</b> | <b>SM</b> |
|-------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|------------|-----------|
| <b>LAT</b>        | 812,3 a     | 759,9 a      | 776,3 a     | 636,7 a      | 1175,7 b   | 937,7 ab  |
| <b>ACE</b>        | 107,1 a     | 99,1 a       | 115,7 a     | 111,8 a      | 104,2 a    | 117,8 a   |
| <b>PROP</b>       | 14,5 a      | 13,9 a       | 13,6 a      | 16,2 a       | 15,8 a     | 14,5 a    |
| <b>BUT</b>        | 2,0 a       | 2,3 a        | 1,8 a       | 1,6 a        | 2,3 a      | 1,9 a     |
| <b>Total</b>      | 935,9       | 875,2        | 907,4       | 766,3        | 1298,0     | 1071,9    |

Nota: B in = balsa *in natura*, B sil = balsa silagem, C in = composta *in natura*, C sil = composta silagem, CAN = cana-de-açúcar *in natura*, SM = silagem de milho. Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si ( $P<0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Apesar das concentrações de ácido láctico apresentarem-se relativamente altas, isto não refletiu no pH ruminal, já que, com o passar do tempo, apesar das concentrações de ácido láctico permanecerem constantes, o pH caiu mas permaneceu em um nível considerado ótimo para a fermentação ruminal (Figura 2). Quedas nos valores de pH ruminais, estão associadas ao acúmulo de ácido láctico; quando isso acontece, *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus sp.* aumentam em número, pois são tolerantes a pH baixo; os *Streptococcus bovis* produzem mais ácido láctico que é liberado para o meio, em condições que tornam possível a ocorrência de acidose ruminal (Lucci, 1997). No entanto, as concentrações de ácido láctico encontradas neste trabalho, possivelmente, não provocariam nenhum caso de

acidose, já que as amostras do resíduo de palmeira-real analisados apresentam altos teores de fibra, o que faz com que a mastigação seja maior e, conseqüentemente, ocorra maior produção de saliva, que faz o tamponamento ruminal.

As proporções médias de acetato: propionato: butirato encontrados para os resíduos da palmeira-real, cana-de-açúcar e silagem de milho, nos tempo de 6, 12 e 24h de incubação *in vitro*, estão na Tabela 7. Não houveram diferenças estatísticas entre as amostras analisadas.

De acordo com Mota *et al.* (2010), a proporção relativa dos diferentes AGVs produzidos varia amplamente, dependendo dos componentes químicos degradados e do pH ruminal. Maior proporção de acetato é produzida na degradação da celulose e hemicelulose, o que vai de acordo com os resultados aqui encontrados para produção de ácido acético, já que os resíduos estudados apresentam altos teores de celulose e hemicelulose. Já com a degradação dos carboidratos solúveis da planta (amido e açúcares), o padrão de produção de AGVs é elevado tanto em propionato, quanto em acetato, e baixo em butirato. Em contrapartida, a degradação de amido de cereais produz alta concentração de propionato (Mota *et al.*, 2010).

Em trabalho realizado para determinar as proporções de AGVs com a inclusão de diferentes níveis de concentrados, Berchielli *et al.* (1996) encontraram, para dieta com 80% volumoso: 20% concentrado, concentrações de acetato: propionato: butirato (em porcentagem) de 76,3: 15,1: 8,6, respectivamente, e constataram que maiores concentrações de acetato estão presentes em dietas com maior proporção de volumosos. Estes mesmos autores afirmam que maiores taxas de acetato podem ser indicativos de maior degradação da fibra pela população microbiana.

**Tabela 7.** Proporções dos principais AGVs (acetato, propionato e butirato), em porcentagem.

| <b>AGVs</b> | <b>B in</b> | <b>B sil</b> | <b>C in</b> | <b>C sil</b> | <b>CAN</b> | <b>SM</b> |
|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|------------|-----------|
| <b>ACE</b>  | 86,7 a      | 86,0 a       | 88,3 a      | 86,3 a       | 85,2 a     | 87,8 a    |
| <b>PROP</b> | 11,7 a      | 12,1 a       | 10,4 a      | 12,5 a       | 12,9 a     | 10,8 a    |
| <b>BUT</b>  | 1,6 a       | 2,0 a        | 1,4 a       | 1,2 a        | 1,9 a      | 1,4 a     |

Nota: B in = balsa *in natura*, B sil = balsa silagem, C in = composta *in natura*, C sil = composta silagem, CAN = cana-de-açúcar *in natura*, SM = silagem de milho.

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Segundo Goularte *et al.* (2011), as proporções molares de acetato:propionato:butirato são variáveis, sendo encontrados valores de 75:15:10, em dietas ricas em carboidratos fibrosos, até 40:40:20, em dietas ricas em carboidratos não fibrosos (CNF), com o total de AGVs entre 60 e 150mM/mL de líquido ruminal, sendo estes ácidos reflexo da atividade microbiana e da absorção através da parede ruminal.

As maiores concentrações de AGVs totais ocorreram 24h após início da incubação, o que demonstra que a máxima degradação do material pode ter ocorrido nesse período (Tabela 8). Ítavo *et al.* (2000), avaliando os padrões de fermentação ruminal em ovinos alimentados com silagem de bagaço de laranja, com diversos aditivos, obtiveram valores máximos de AGVs às três horas após a alimentação, concomitantemente com o valor de pH, pois, segundo os autores, o pH está diretamente relacionado com as concentrações dos ácidos produzidos no rúmen, e seu comportamento é inversamente proporcional ao dos ácidos.

**Tabela 8.** Valores médios de ácidos acético, propiônico e butírico (mMol/100mL), obtidos nos tempos de incubação.

|              | Acético |        |        | Propiônico |       |       | Butírico |      |      |
|--------------|---------|--------|--------|------------|-------|-------|----------|------|------|
|              | 6h      | 12h    | 24h    | 6h         | 12h   | 24h   | 6h       | 12h  | 24h  |
| <b>B in</b>  | 103,61  | 85,26  | 132,27 | 13,09      | 16,82 | 13,49 | 1,66     | 1,91 | 2,40 |
| <b>B sil</b> | 102,00  | 86,70  | 108,43 | 12,27      | 14,19 | 14,34 | 1,63     | 1,34 | 2,42 |
| <b>C in</b>  | 106,74  | 97,49  | 142,72 | 12,29      | 15,71 | 13,76 | 1,73     | 2,58 | 2,44 |
| <b>C sil</b> | 111,37  | 113,95 | 109,97 | 14,35      | 14,97 | 19,15 | 1,57     | 1,49 | 1,69 |
| <b>CAN</b>   | 91,19   | 117,34 | 104,16 | 12,55      | 15,35 | 15,47 | 1,87     | 1,87 | 1,98 |
| <b>SM</b>    | 103,66  | 113,82 | 135,97 | 13,52      | 15,07 | 18,90 | 1,89     | 2,62 | 2,25 |

Nota: B in = balsa *in natura*, B sil = balsa silagem, C in = composta *in natura*, C sil = composta silagem, CAN = cana-de-açúcar *in natura*, SM = silagem de milho.

Os ácidos graxos voláteis (AGVs), encontrados no rúmen, são provenientes quase que em sua totalidade da fermentação dos carboidratos dietéticos. Estes ácidos constituem a maior fonte de energia para os ruminantes, considerando que somente uma pequena parte dos carboidratos escapa à degradação, no rúmen, após serem ingeridos pelos animais (Silva & Leão, 1979).

## 5 CONCLUSÃO

A silagem produzida com os resíduos da produção de palmito mostra-se de qualidade promissora, com adequados valores de pH, pequenas perdas de MS, efluentes e gases e concentrações ideais de ácidos graxos voláteis (com exceção do ácido láctico) e de nitrogênio amoniacal.

No entanto, estas silagens e os resíduos *in natura*, de acordo com as análises químicas e com as taxas de degradação obtidas para a fibra em detergente neutro, necessitam da aplicação de práticas que melhorem a digestibilidade, com o objetivo de aumentar o aproveitamento do alimento em questão e propiciar a utilização desses materiais de forma mais eficiente.

Os valores de pH em função do tempo de degradação estão dentro da faixa considerada ideal (maiores que 6,0-6,1) para a atividade dos microrganismos celulolíticos, assim como as concentrações médias de NA que foram próximas às indicadas na literatura, lembrando que neste sistema *in vitro* não ocorreu suplementação de PB com o passar do tempo. As proporções de acetato: propionato: butirato estão de acordo com a literatura para alimentos ricos em fibra.

Estudos que envolvem a utilização de resíduos industriais são muito importantes para que a produção seja mais sustentável, com os resíduos produzidos sendo aproveitados para fins econômicos, como a alimentação animal. No entanto, este tipo de estudo é muito raro, principalmente em relação à utilização dos resíduos da produção de palmito, o que indica a importância deste trabalho e de trabalhos futuros, que podem investigar, por exemplo, o desempenho animal com a utilização desse resíduo.

## REFERÊNCIAS

AKIN, D.E.; HOGAN, J.P. Sulfur fertilization and rumen microbial degradation of cell walls in *Digitaria pentzii* (Stant). **Crop Science**, v.23, n.5, p.854-858, 1983.

ANDRADE, I.V.O.; PIRES, A.J.V.P.; CARVALHO, G.G.P. de; VELOSO, C.M.; BONOMO, P. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.12, p.2578-2588, 2010.

ANEFALOS, L.C.; TUCCI, M.L.S.; MODOLO, V.A. ***Uma visão sobre a pupunheira no contexto do mercado de palmito.*** Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=9012>>. Acesso em: 20 de março de 2012.

BALIEIRO NETO, G.; FERRARI JUNIOR, E.; NOGUEIRA, J.R.; POSSENTI, R.; PAULINO, V.T.; BUENO, M.S. Perdas fermentativas, composição química, estabilidade aeróbia e digestibilidade aparente de silagem de cana-de-açúcar com aditivos químico e microbiano. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.44, n.6, p.621-630, jun. 2009.

BAYÃO, G.F.V. Resíduos da extração de palmito da Palmeira Real Australiana na alimentação de ovinos e produção de silagem. 2011. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal: Funep, v.2, 583p, 2006.

BERCHIELLI, T.T.; RODRIGUEZ, N.M.; ANDRADE, P. de. Concentração, proporção molar e taxa de produção de ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen de bovinos alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.25, n.3, p.511-521, 1996.

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, A.L. de; PEREIRA, O.G. Produção e Características do Efluente e Composição Bromatológica da Silagem de Capim-Elefante Contendo Diferentes Níveis de Casca de Café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2185-2191, 2005 (supl.).

BORDERES, J. Produção de *Pycnoporus sanguineus* em resíduos do processamento da palmeira-real-da-austrália. 2006. **Monografia** (Ciências Biológicas) – Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2006.

BOVI, M.L.A. Cultivo da palmeira-real australiana visando a produção de palmito. Instituto Agrônômico. **Boletim Técnico**, 172.1998. Campinas.

BOVI, M.L.A.; SAES, L.A.; UZZO, R.R.; SPIERING, S.H. Adequate timing for heart-of-palm harvesting in King palm. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n. 2, p.135-139, junho 2001.

CABRAL, L. da S.; VALADARES FILHO, S. de C.; MALAFAIA, P.A.M.; LANA, R. de P.; SILVA, J.F.C. da.; VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, E.S. Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2087-2098, 2000 (Suplemento 1).

CAMPOS, F.P. de.; LANNA, D.P.D.; BOSE, M.L.V.; BOIN, C.; SARMENTO, P. Degradabilidade do capim-elefante em diferentes estágios de maturidade avaliada pelo método *in vitro*/gás. **Scientia Agricola**, v.59, n.2, p.217-225, abr/jun, 2002.

CARVALHO, I.P.C. Avaliação causal do “efeito proteína” sobre a atividade microbiana em substratos fibrosos insolúveis. 2009. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

CHAIMSOHN, F.P. **Cultivo de pupunha e produção de palmito**. Viçosa: Aprenda Fácil, 121 p. 2000.

CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-132, 1962.

CHURCH, D.C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition.** Englewood Cliffs: O & Books Inc., 564p. 1988.

COSTA, S.C. Modelos lineares generalizados mistos para dados longitudinais. **Tese** (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2003.

DORANALLI, K. Factors regulating urea-nitrogen recycling in ruminants. **Thesis** (Doctor of Philosophy) – University of Saskatchewan, Saskatoon, SK. Canada, 2010.

ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v. 44, n. 9, p. 1768-1771, 1961.

FARIA JR, W.G.; GONÇALVES, L.C.; JAYME, C.G.; TEIXEIRA, A. de M.; Ureia e amônia em resíduos agroindustriais para ruminantes. In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. (Ed). **Alimentos para gado de leite.** Belo Horizonte: FEPMVZ, 568p. 2009.

FARIAS, D.J.G; GARCIA, R.; TONUCCI, R.G.; TAVARES, V.B.; PEREIRA, O.G.; FONSECA, D.M. da. Produção e composição do efluente da silagem de capim-elefante com casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.39, n.3, Viçosa, mar, 2010.

FRASSON, A.; LOPES, J. D. S. **Cultivo de palmeira-real para produção de palmito.** Viçosa: CPT, 2002. 206 p.

GILL, J.L. **Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences.** Ames: The Yowa State University Press, 301p. 1986.

GOULARTE, S.R.; ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; ÍTAVO, C.C.B.F.; OLIVEIRA, L.C.S.; FAVARO, S.P.; DIAS, A.M. TORRES JR, R.A.A.; BITTAR, C.M.M. Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** Belo Horizonte, v.63, n.6, Dezembro, 2011.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, p. 2755-2766, 1986.

HUBER, J.T. Uréia em nível de rúmen. In: Simpósio sobre nutrição de bovinos – uréia para ruminantes, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1984. p.6.

HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. **Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants**. Raleigh: American Society Animal Science, p.1-11, 1999.

ISRAEL, C.M. Utilização do resíduo do processamento do palmito para a produção de enzimas hidrolíticas por fungos do gênero *Polyporus*. **Dissertação**. (Mestrado em Engenharia Ambiental). Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2005.

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T. dos; JOBIM, C.C.; VOLTOLINI, T.V.; FERREIRA, C.C.B. Avaliação da silagem de bagaço de laranja com diferentes aditivos por intermédio dos parâmetros de fermentação ruminal de ovinos e contribuição energética dos ácidos graxos voláteis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.5, Oct. 2000.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, v.3, p.277-303, 1990.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, n.57, p.347-358, 1996.

LIMA, C.G. Análise de dados longitudinais provenientes de experimentos em blocos casualizados. **Tese** (Doutorado em Estatística e Experimentação Agrônômica). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 1996.

LIMA, L.R.; MARCONDES, A.A. Farinha de palmito. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUTORES DE PALMITO DA PALMEIRA-REAL. **Anais...** 2005, Florianópolis: Abrapalmer; EPAGRI, 2005.

LIMA, L.R.; MARCONDES, A. A. **Farinha de Palmito**. Projeto apresentado a EPAGRI/ Estação experimental de Itajaí (SC). 2002.

LOURES, D.R.S.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S. de F.; PEDROSO, A. de F.; MARI, L.J.; RIBEIRO, L.J.; ZOPOLLATTO, M.; SCHMIDT, P.; JUNQUEIRA, M.C.; PACKER, I.U.; CAMPOS, F.P. de. Composição bromatológica e produção de efluente de silagens de capim-tanzânia sob efeitos do emurchecimento, do tamanho de partícula e do uso de aditivos biológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.726-735, 2005.

LUCCI, C.S. **Nutrição e manejo de bovinos leiteiros**. São Paulo: Manole, 1997.

MALAFAIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S. de C.; VIEIRA, R.A.M.; SILVA, J.F.C. da; PEREIRA, J.C. Determinação das Frações que Constituem os Carboidratos Totais e da Cinética Ruminal da Fibra em Detergente Neutro de Alguns Alimentos para Ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.790-796, 1998.

McDONALD, P.; EDWARDS R. A.; GREENHALGH J. F. D.; MORGAN C. A. **Animal Nutrition**. 6th Ed. Edinburgh: Pearson. 693 p. 2002.

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

McDOUGALL, E.I. Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. **Biochemistry Journal**, v.43, p.99, 1949.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p. 1217-1240, 2002.

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

MODOLO, V.A.; BOVI, M.L.A. **Palmito sustentável: o cultivo de pupunha desponta como uma alternativa frente ao extrativismo predatório que ainda domina o setor.** Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/Biblioteca/Default.asp?id=5357>>. Acesso em: 29 de março de 2012.

MOTA, M.F.; VILELA, D.; SANTOS, G.T. dos; ELYAS, A.C.W.; LOPES, F.F.F.; VERNEQUE, R. da S.; PAIVA, P.C. de A. PINTO NETO, A. Parâmetros ruminais de vacas leiteiras mantidas em pastagem tropical. **Arch. zootec.** Córdoba, v.59, n.226, jun. 2010.

MOULD, F.L.; ØRSKOV, E.R.; MANNING, O. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis *in vivo* and dry matter digestion of various roughages. **Animal Feed Science and Technology**, v.10, p.15-30, 1983.

NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; NUSSIO, C.M.B. Ensilagem de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootenia, p.60-99, 2002.

ØRSKOV, E.R. **Nutrición proteica de los ruminantes.** Zaragoza: Acribia, 1988. 178p.

ØRSKOV, E. R. The *in situ* technique for the estimation of forage degradability in ruminants. In: GIVENS, D. I.; OWEN, E.; AXFORD, R. F. E. (Eds.) **Forage evaluation in ruminant nutrition.** London: CAB International, p.175-188, 2000.

ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science.** Cambridge, v.92, n.2, p.499-503, 1979.

PAULINO, M.F. Estratégias de suplementação para bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, I, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, p.137-156, 1999.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou proteica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGENS, 3. 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p. 359-392.

PEDROSO, A. de F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S.; PAZIANI, S. IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; HORII, J.; RODRIGUES, A. de A. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas na qualidade silagens cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.558-564, 2007.

PELL, A.N., SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1063-1073, 1993.

PEREIRA, J.C.; ALMEIDA, M.S. de; CECON, P.R.; QUEIROZ, A.C. de. Dinâmica da degradação ruminal por novilhos mantidos em pastagem natural, em diferentes épocas do ano. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.2, p.740-748, 2002.

RAMOS, M. G.; HECK, T. C. Cultivo de Palmeira-real-da-austrália para produção de palmito. **Boletim Didático**, n. 40. 2.ed. Florianópolis: Epagri, 32p. 2003.

RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S. de C.; PAULINO, M.F.; LEÃO, M.I.; VALADARES, R. F. D.; RENNÓ, F.P.; PAIXÃO, M.L. Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: parâmetros ruminais, uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.556-562, 2008.

RESENDE, J. M; FIORI, J. E; SAGGIN JÚNIOR, O. J; SILVA, E. M. R da; BOTREL, N. **Processamento do Palmito de Pupunheira em Agroindústria Artesanal - Uma atividade rentável e ecológica** - Embrapa Agrobiologia. Sistemas de Produção, 01. Versão Eletrônica, Jan./2004.

RODRIGUES, A. de A.; VIEIRA, P. de F.; TORRES, R. de A.; SILVEIRA, M. I. da; Efeito da ureia e sulfato de cálcio na digestibilidade de cana-de-açúcar por ruminantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 27(10); 1421-1427, out, 1992.

ROMBOLA, G.L.; NETO, S.G.; MORO, J.R.; Resíduo da industrialização do palmito pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) na alimentação de ovinos deslanados. **Agropecuária Científica no Semi-árido**, v.6, n.1, p.19-26, 2010.

ROSÁRIO, M.F.; SILVA, M.A.N. da.; SAVINO, V.J.M.; COELHO, A.A.D.; MORAES, M.C. de. Avaliação do desempenho zootécnico de genótipos de frangos de corte utilizando-se a análise de medidas repetidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, Dec. 2005.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.

SAMPAIO, C. B. Consumo, digestibilidade e dinâmica ruminal em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade suplementados com compostos nitrogenados. 2007. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2007.

SAMPAIO, L. C.; OLIVEIRA NETO, S. N. de.; LELES, P. S. dos S.; SILVA, J. de A.; VILLA, E. B. Análise técnica e econômica da produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes*Kunth.) e de palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*Wendl. & Drude) – **Revista Floresta e Ambiente**: v.14, n.1, p. 14 - 24, 2007.

SANTOS, A.F.; BEZERRA, J.L.; TESSMANN, D.J.; POLTRONIERI, L.S. Ocorrência de *Curvularia senegalensis* em pupunheira e palmeira. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, n.2, p.204, mar./abr. 2003.

SANTOS, V.M.C.S. Contribuição ao estudo da produção de *Pleurotus* spp. em resíduos lignocelulósicos. **Dissertação** (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SATTER, L.D.; ROFFLER, R.E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science** 58:1219-1213, 1975.

SCHMIDT, P. Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar. **Tese** (Doutorado em Agronomia). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2006.

SCHMIDT, P.; ROSSI JÚNIOR, P.; TOLEDO, L.M. de; NUSSIO, L.G.; ALBUQUERQUE, D.S. de; MEDURI, B.; Perdas fermentativas e composição bromatológica da entrecasca de palmito pupunha ensilada com aditivos químicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.262-267, 2010.

SEBEN, L. L. Estudo exploratório de extração de celulose a partir de resíduos vegetais do processo produtivo de conserva de palmito (*Archontophoenix alexandrae*). **Dissertação** (Mestrado em Engenharia da Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2011.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, J.F.C. da; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

SOUZA, G. S. **Introdução aos modelos de Regressão linear e não-linear**. Brasília: EMBRAPA-SSI, 1998. 505p.

SOUZA, M. A. Consumo, digestibilidade e dinâmica ruminal em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade suplementados com compostos nitrogenados e/ou carboidratos. 2007. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2007.

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

UZZO, R.P.; BOVI, M.L.A.; SPIERING, S.H.; SAES, L.A. Correlações fenotípicas entre caracteres vegetativos e de produção de palmito da palmeira-real australiana. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.505-511, jul./set. 2002.

UZZO, R.P.; BOVI, M.L.A.; SPIERING, S.H.; SÁES, L.A. Coeficiente de caminamento entre caracteres vegetativos e de produção de palmito da palmeira-real australiana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p. 136-142, jan-mar 2004.

VALADARES FILHO, S. de C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição dos alimentos – BR Corte**. 1.ed. – Universidade Federal de Viçosa. 142p. 2006.

VAN MILGEN, J.; MURPHY, L.L.; BERGER, L.L. A compartmental model to analyze ruminal digestion. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.2515-2529, 1991.

VAN SOEST, P.J. Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, n.3, p.834-843, 1965.

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

VIEIRA, F.A.P.; BORGES, I.; STEHLING, C.A.V.; GONÇALVES, L.C.; COELHO, S.G.; FERREIRA, M.I.C.; RODRIGUES, J.A.S. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.6, p.764-772, 2004.

VIEIRA, M.A. Caracterização de farinhas obtidas dos resíduos da produção de palmito da palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae*) e desenvolvimento de biscoito fibroso. **Dissertação**. Mestrado em Ciência dos Alimentos – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2006.

VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, J.C.; MALAFAIA, A.M. *et al.* The influence of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum. Mineiro variety) growth on the nutrient kinetics in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.66, p.197-210, 1997.

ZORZI, K. Dinâmica de degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro de capim-braquiária em função da suplementação com diferentes níveis e fontes de compostos nitrogenados. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.