



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

LEANDRO SILVA OLIVEIRA

**CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DA SILAGEM DO
CO-PRODUTO DA EXTRAÇÃO DO PALMITO DE
PUPUNHA**

**ITAPETINGA – BAHIA
2008**

LEANDRO SILVA OLIVEIRA

CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DA SILAGEM DO CO-
PRODUTO DA EXTRAÇÃO DO PALMITO DE PUPUNHA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB/ *Campus* de Itapetinga - BA, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia - Área de Concentração em Produção de Ruminantes.

Orientador: Márcio dos Santos Pedreira
Co-Orientador: Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

ITAPETINGA – BAHIA
2008

636.085 Oliveira, Leandro Silva.
O48c Caracterização nutricional da silagem do co-produto da extração do palmito de pupunha./ Leandro Silva Oliveira. – Itapetinga, BA: UESB, 2008. 48p. .il.

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - *Campus* de Itapetinga. Sob a orientação do Prof. DSc. Márcio dos Santos Pedreira e como co-orientador Prof. DSc Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

1. Palmito de pupunha – Silagem. 2. Nutrição animal – Palmito – Aditivos. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Pedreira, Márcio dos Santos. III. Pereira, Luiz Gustavo Ribeiro. IV. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na Fonte:

Cláudia Aparecida de Souza – CRB 1014-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Palmito de pupunha – Silagem
2. Nutrição Animal – Palmito
3. Nutrição Animal - Aditivos
4. Palmito – Digestibilidade

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Área de Concentração em Produção de Ruminantes

Campos de Itapetinga-BA

TERMO DE APROVAÇÃO

Título: “Caracterização nutricional da silagem do co-produto da extração do palmito de pupunha”.

Autor: Leandro Silva Oliveira

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:

Prof. Dr. Márcio dos Santos Pedreira - UESB
Orientador

Profa. Dra. Daniele Rebouças Santana Loures - UESC

Prof. Dr. Mauro Pereira de Figueiredo - UESB

Data da defesa: 13 de março de 2008

UESB – Campus Juvino Oliveira, Praça Primavera nº 40 – Telefone: (77) 3261-8628 Fax: (77) 3261-8701 – Itapetinga – BA – CEP: 45.700-000 – E-mail: mestrado.zootecnia@uesb.br

DEDICO

A minha mãe Higina (in memorian) e meu avô Francisco (in memorian), pelo incentivo, amor, carinho e ensinamentos valerosos que carregarei por toda minha vida.

Aos professores e amigos Luiz Gustavo e José Augusto, principais incentivadores para realização do mestrado.

À Roberta Lomonte, pelo carinho, compreensão, incentivo e colaboração importante na formatação e revisão da dissertação.

Aos grandes amigos Diego e Jobel que tiveram participação importante na realização do mestrado.

AGRADECIMENTOS

À Deus, a quem sempre estive ao meu lado nas horas felizes e a quem recorro nas horas difíceis.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e toda a coordenação da pós-graduação e seus professores, que fazem com que essa instituição se desenvolva a cada dia.

À Universidade Estadual de Santa Cruz, pela concessão do laboratório para realização da fase inicial do experimento.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia, pela concessão da bolsa no início do mestrado.

À empresa Inaceres, pelo fornecimento do material estudado e também por financiar parte dos recursos destinados à realização do estudo.

À Embrapa Caprinos, empresa que encontrei de portas abertas, dando oportunidade para desenvolvimentos de minhas capacidades, apoiando na conclusão do mestrado através de todos os seus integrantes.

Ao Márcio Pedreira dos Santos, pela valiosa atenção, amizade e orientação. Que sempre estive aberto a sugestões, me deixando muito a vontade nas tomadas de decisões durante todo o mestrado.

Ao Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, pelo grande compromisso que tem com os seus orientados, pela grande amizade, pelos grandes incentivos e conselhos dados, pelas estimadas cobranças para extrair o melhor de nós e pela grande contribuição ao longo desses anos.

Ao Professor José Augusto Gomes de Azevedo, pela grande amizade e dedicadas horas de orientações, conselhos e preocupações. Pela valorosa análise estatística e discussão dos dados. Exemplo de amigo e educador.

À minha querida Roberta Lomonte Lemos de Brito, personagem ímpar, nessa jornada chamada Vida, um grande exemplo que os *Sonhos* se tornam *Realidades*... Te Adoro Muito!

Ao meu pai, irmã e sobrinha, que mesmo longe são pessoas importantes na minha vida, obrigado por tudo, você tiveram participação importante na construção do meu caráter.

Aos meus familiares de Itabuna (Soleide, Jonilza, Karine, Artur, Gabriela e Paulinho) e de Feira de Santana (Tio Zé, Tia Ninha, Tia Aurora, Tio Florentino, Adriano, Adelmo e Janaina), pelos incentivos e carinho sempre demonstrados.

Ao grande amigo e irmão Diego Cabral Barreiros, amigo de todas as horas, que compartilhou de inesquecíveis momentos de perrengues, magníficos dias de alegrias e inúmeros dias de estudos.

À grande família, formada por pessoas iluminadas: Jobel, Branca, Luigi e Fiama, pelo carinho e amizade, vocês tiveram participação decisiva ao longo do mestrado e nunca serão esquecidos.

À Laura Lúcia, amiga de todas as horas que teve presente ao longo da graduação e principalmente nas jornadas de estudos e de momentos alegres do mestrado.

À amiga Camilla Flávia Portela pela amizade, auxílio na condução na fase inicial do experimento e na fase final de confecção da dissertação, sempre disposta a ajudar!

Aos amigos Alexandre Lima, Flávio, André Franco, João Ricardo, Rodrigo Zamparoni, Luiz Gustavo Brandão e Diogo Menezes pela amizade e auxílio na condução da fase inicial do experimento.

Aos amigos encontrados em Itapetinga que compartilharam horas de muita alegria e sempre tiveram em plena disposição a ajudar, Ana Prudência, Zé Lúcio, Aires e Saulo.

Ao Jorge Luís, grande amigo e companheiro de trabalho, pessoa que teve participação especial no início profissional dentro da Embrapa Caprinos, sempre com conselhos preciosos e dividindo comigo as primeiras expectativas e preocupações do primeiro trabalho.

Ao Marco Bomfim, pela amizade e exemplo de profissionalismo, que sempre esteve a disposição para esclarecimento de dúvidas e que concedeu em nome da Embrapa Caprinos toda estrutura de laboratório e equipamentos para realizações das análises.

À Liduina e Valdécio, colegas de trabalho que se dedicaram na execução das análises laboratoriais.

Ao Henrique Rocha e Lílian, pela grande contribuição na correção e na formatação.

A Daniele Loures, pela grande contribuição no início dos trabalhos de campo e pela participação na banca examinadora, corrigindo e sugerindo.

Ao Professor Mauro Figueiredo, pelas valorosas sugestões e correções.

Aos grandes amigos de graduação, Elza, Eduardo e Juliano, que mesmo longe, sempre torceram por mim.

A todos os meus familiares e amigos, que não foram citados, que de forma direta e/ou indireta contribuíram para essa conquista.

RESUMO

OLIVEIRA, L. S. **Caracterização nutricional da silagem do co-produto da extração do palmito de pupunha. Itapetinga – BA: UESB, 2008. 48 p.** (Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Produção de Ruminantes).*

A extração do palmito da pupunha gera grande quantidade de co-produtos com potencial de utilização na alimentação de ruminantes. Entretanto, têm-se poucas informações a respeito da conservação do co-produto da extração do palmito da pupunha (bainha) na forma de silagem. Objetivou-se avaliar os parâmetros fermentativos, a composição química e a digestibilidade *in vitro* de silagem do co-produto *in natura* ou emurchecido ou aditivado. O experimento foi conduzido nas dependências dos laboratórios de nutrição animal da Universidade Estadual de Santa Cruz e da Embrapa Caprinos. O co-produto foi ensilado utilizando-se silos experimentais de PVC, adaptados com válvula de Bunsen, com capacidade de 2,5 a 3 kg. Os tratamentos constituíram-se em: co-produto *in natura*, co-produto emurchecido, co-produto + 10% de farelo de mandioca, co-produto + 10% de fubá de milho, co-produto + 10% de torta de dendê e co-produto + 1% de uréia. O material ensilado foi aberto com um, três, cinco, sete, 14, 28 e 56 dias de fermentação. As características avaliadas foram: teor de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), cinzas, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose, lignina, proteína bruta (PB), nitrogênio amoniacal (N-NH₃), o pH, a densidade e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com arranjo fatorial 6 x 7 (seis tratamentos e sete períodos de fermentação), com duas repetições para cada tratamento. As médias dos tratamentos foram comparadas utilizando-se o teste de Scott-Knott, (P<0,05). Foi utilizada regressão linear para avaliar o efeito do período de fermentação sobre as características da silagem. Todos os tratamentos apresentaram valores de pH entre 3,78 e 3,93. A silagem do co-produto aditiva com farelo de mandioca ou fubá de milho apresentou menor concentração de FDN, FDA, celulose e lignina que a silagem aditivada com torta de dendê. Foi observada interação entre período de fermentação e tratamento experimental para as variáveis hemicelulose, PB, N-NH₃ e DIVMS. Com o avançar do período de fermentação, ocorreu redução do teor de MS. O teor de PB da silagem aditivada com uréia foi superior ao demais tratamentos. Para todos os tratamentos o teor de hemicelulose reduziu-se nas duas primeiras semanas. Os teores de N-NH₃ dos tratamentos utilizados, exceto a silagem aditivada com fubá de milho, indicaram que houve pouca proteólise durante a fermentação. A adição de farelo de mandioca ou fubá de milho aumentou o percentual de DIVMS da silagem do co-produto entre os 3º e 28º dia de fermentação. As silagens do co-produto da extração do palmito da pupunha apresentaram valores adequados de N-NH₃, pH e componentes fibrosos durante o período de fermentação. A aditivação de 10% do farelo de mandioca melhorou o valor nutritivo da silagem do co-produto da pupunha.

Palavras-chave: Aditivos, composição químico-bromatológica, digestibilidade

* Orientador: Márcio dos Santos Pedreira, D.Sc., UESB e Co-Orientador: Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, D.Sc., Embrapa Semi-árido

ABSTRACT

OLIVEIRA, L. S. **Nutritional characterization of silages of co-product of extraction of the palm of peach palm. Itapetinga - BA: UESB, 2008. 48 p.** (Dissertation - Master in Zootecnia - Production of Ruminants).*

The extraction of the pejobaye palm generates a large amount of co-products with potential to be used as feed for ruminants. However, do not exist a lot of information available about the process of conservation of this co-product. Because of this reason, the objective of this work was to evaluate the fermentative parameters; chemical composition and “in vitro” digestibility of silage of co-product from the extraction of pejobaye palm (sheath) *in natura* or wilted or with additives. The experiment was done in the animal nutrition laboratories of the “Santa Cruz” State University and “Embrapa Caprinos”. The co-product was ensiled in experimental polyvinylchloride silos, adapted with valve of Bunsen, with a capacity of 2.5 to 3 kg each. The experimental treatments utilized were: co-product *in natura*, co-product + 10% of cassava meal, co-product + 10% of corn meal, co-product + 10% of palm kernel cake, co-product + 1% of urea and co-product wilted. The ensiled material was opened after one, three, five, seven, 14, 28 and 56 days after silos closed. The characteristics evaluated were: dry matter content (DM), organic matter content (OM), ash, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose, hemicelluloses, lignin, crude protein (CP), ammoniacal nitrogen (N-NH₃), pH, silage density and in vitro DM digestibility (IVDMD). The experimental design utilized was a completely randomized design with factorial 6 x 7. with two repetitions for each treatment. The qualitative factors were compared using the test-Scott Knott, (P <0.05). The quantitative factors were analyzed with a regression as a function of the period of fermentation. The results of the experiment indicate that the advance of the period of fermentation cause a reduction in the level of DM of silage. The pH values of all treatments was between 3.78 and 3.93. The silage of co-product with cassava meal or corn meal had less concentration of NDF, ADF, cellulose and lignin than co-product with palm kernel cake. It was observed interaction between period of fermentation and experimental treatments to the variables hemicelluloses, CP, N-NH₃ and IVDMD. The content of CP of the silage with urea was higher than the other treatments. For all treatments, the level of hemicelluloses in the silage was reduced at the first two weeks after the start of fermentation process. The levels of N-NH₃ of treatments except for silage with corn meal, showed that occurred a little proteolysis during fermentation. The addition of cassava meal or corn meal result in increase of the percentage of IVDMD during the period between 3° and 28° day of fermentation. The silages of co-product of extraction of the pejobaye palm had appropriate values of NH₃-N, pH and fibers components during the period of fermentation. The addition of 10% of cassava meal in the silage of pejobaye palm had also improved its quality.

Key words: additives, chemical composition, digestibility

* Adviser: Márcio dos Santos Pedreira, D.Sc., UESB and Co-Adviser: Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, D.Sc., Embrapa Semi-árido

LISTA DE TABELA

Tabela – 1	Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), cinza, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG) e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) do co-produto da pupunha e dos aditivos absorventes	20
Tabela – 2	- Teores médios, valor de probabilidade (P) e coeficiente de variação (CV) para composição química, perfil de fermentação e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS), de silagens do co-produto da pupunha acrescida de aditivos e submetida ao emurhecimento, aberta em diferentes períodos de fermentação (PF)	24
Tabela – 3	Desdobramento da interação período de fermentação x tratamento para PB das silagens do co-produto da pupunha	30
Tabela – 4	Significância do teste de hipótese $H_0: \theta = 0$ entre as equações de regressão para estimativa de PB nos tratamentos das silagens: <i>in natura</i> , 1% de uréia e emurhecida do co-produto da pupunha, em função do período de fermentação	32
Tabela – 5	Desdobramento da interação período de fermentação (PF) x tratamento para a hemicelulose das silagens do co-produto da pupunha	33
Tabela – 6	Significância do teste de hipótese $H_0: \theta = 0$ entre as equações de regressão para estimativa dos teores de hemicelulose nos tratamentos das silagens, em função do período de fermentação	35
Tabela – 7	Desdobramento da interação do período de fermentação (PF) x tratamento para N-NH ₃ das silagens do co-produto da pupunha	36
Tabela – 8	Significância do teste de hipótese $H_0: \theta = 0$ entre as equações de regressão para estimativa de N-NH ₃ nos tratamentos das silagens: <i>in natura</i> , com aditivos e emurhecida do co-produto da pupunha, em função do período de fermentação	38
Tabela – 9	Desdobramento da interação período de fermentação (PF) x tratamento para a DIVMS das silagens do co-produto da pupunha	38
Tabela – 10	Significância do teste de hipótese $H_0: \theta = 0$ entre as equações de regressão para estimativa da DIVMS nos tratamentos das silagens: <i>in natura</i> , com aditivos e emurhecida do co-produto da pupunha, em função do período de fermentação	41

LISTA DE FIGURA

Figura – 1	Estimativas da MS, MO, cinza e pH em função do período de fermentação em dias (d)	25
Figura – 2	Estimativas dos componentes da parede celular em função do período de fermentação em dias (d)	29
Figura – 3	Estimativas dos teores de PB nos tratamentos das silagens: <i>in natura</i> , com aditivos e emurhecida do co-produto da pupunha, em função do período de fermentação em dias (d)	31
Figura – 4	Estimativas dos teores de hemicelulose das silagens: <i>in natura</i> , com aditivos e emurhecida do co-produto da pupunha, em função do período de fermentação em dias (d)	34
Figura – 5	Estimativas de N-NH ₃ das silagens: <i>in natura</i> , com aditivos e emurhecida do co-produto da pupunha, em função do período de fermentação em dias (d)	37
Figura – 6	Significância do teste de hipótese $H_0: \theta = 0$ entre as equações de regressão para estimativa da DIVMS nos tratamentos das silagens: <i>in natura</i> , com aditivos e emurhecida do co-produto da pupunha, em função do período de fermentação	40

LISTA DE SÍMBOLOS

CEL	Celulose
CT	Carboidratos totais
CNF	Carboidratos não fibrosos
CV	Coefficiente de variação
DENS	Densidade
DIVMS	Digestibilidade in vitro da matéria seca
EE	Extrato etéreo
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
HEM	Hemicelulose
LIG	Lignina
LOG	Logaritmo
MO	Matéria Orgânica
MS	Matéria seca
N-NH ₃	Nitrogênio amoniacal (% do nitrogênio total)
PB	Proteína bruta
PF	Período de fermentação
pH	Potencial hidrogeniônico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Pupunheira	13
2.2	Co-produtos da pupunha	13
2.3	Uso de aditivos na ensilagem	14
2.3.1	Aditivos absorventes	14
2.3.2	Aditivos nutritivos	14
2.3.3	Farelo de mandioca	15
2.3.4	Fubá de milho	15
2.3.5	Torta de dendê	16
2.3.6	Uréia	16
2.4	Emurhecimento de forragens para ensilagem	16
2.5	Crítérios para avaliação de qualidade de silagem	17
2.5.1	Teor de matéria seca (MS)	17
2.5.2	pH	17
2.5.3	Nitrogênio amoniacal – N-NH ₃	18
2.5.4	Densidade	18
2.5.5	Composição bromatológica e digestibilidade <i>in vitro</i>	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	Local do experimento	20
3.2	Co-produto, aditivos e emurhecimento	20
3.3	Silos experimentais	21
3.4	Aberturas dos silos e amostragens do material	21
3.5	Delineamento experimental	22
3.6	Análises estatística	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5	CONCLUSÕES	42
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. INTRODUÇÃO

A cultura da pupunha (*Bactris gasipaes* H. B. K.) no Brasil está em expansão e a região do Baixo Sul do Estado da Bahia vem se destacando nos últimos anos por apresentar clima e pluviosidade adequados para a exploração desta lavoura visando à produção de palmito.

A extração do palmito da pupunha gera grande quantidade de resíduos oriundo da entrecasca do caule (bainha), o que implica na preocupação com a poluição ambiental relacionada ao destino deste material.

Considerando as características do trato gastrointestinal dos ruminantes, que lhes conferem habilidade em converter alimentos fibrosos em alimentos de alta qualidade para o homem, o resíduo da pupunha na forma de silagem apresenta potencial como co-produto para alimentação destes animais, além de promover a redução dos impactos ambientais acarretados pelo acúmulo destes resíduos.

A alimentação tem participação considerável no custo de produção de ruminantes, indicando a importância da avaliação de alimentos alternativos de baixo custo.

Contudo, existem poucas informações sobre as formas mais adequadas de preservação das qualidades existentes no co-produto da pupunha. Já que o alto teor de umidade da bainha confere uma característica indesejável no processo de fermentação por proporcionar o aparecimento de fermentações secundárias indesejáveis, acarretando queda no valor nutricional do material ensilado e perdas por produção excessiva de efluentes.

Dentre as soluções para contornar o excesso de umidade, tem-se a utilização do emurchecimento do material a ser ensilado e/ou adição de aditivos sequestradores de umidade, denominados absorventes.

O emurchecimento do material a ser ensilado por exposição ao sol durante algumas horas é uma prática amplamente recomendada para a redução da umidade resultando na redução da atividade de água ou elevação da pressão osmótica melhorando a qualidade da silagem.

Os aditivos absorventes, em sua maioria, contribuem com a melhoria do processo fermentativo através da elevação do teor de matéria seca da silagem, além de promover em algumas ocasiões a melhoria do valor nutritivo da massa ensilada.

Este estudo teve como objetivo avaliar os parâmetros fermentativos, composição química e digestibilidade *in vitro* das silagens do co-produto oriundo da extração do palmito da pupunha, emurchecido e aditivado com farelo de mandioca, fubá de milho, torta de dendê e uréia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Pupunheira

A pupunheira (*Bactris gasipaes* **Kunth**) é uma espécie com elevado potencial econômico, pelo valor nutritivo dos seus frutos, que podem ser utilizados tanto na alimentação humana como na alimentação animal, e principalmente, pela extração do palmito.

Essa planta ocorre de forma natural desde o norte de Honduras até o sul da Bolívia e do leste de São Luis do Maranhão a oeste do Rio das Esmeraldas no Equador (BARBOSA, 1993). As condições climáticas ideais para o melhor desenvolvimento vegetativo e produtivo são: precipitação de 2000 mm/ano, temperatura média anual de 22° C e umidade relativa do ar superior a 80% (BOVI, 1998).

A expansão da cultura da pupunheira tem ocorrido visando atender ao mercado consumidor de palmito (COSTA NETO, 2002). Esta palmeira quando cultivada em condições adequadas, apresenta um rápido crescimento, produzindo palmitos de boa qualidade e bom perfilhamento, o que confere caráter permanente de exploração à cultura (RAMOS, 2002), além de sua rusticidade, reunindo assim, atributos ideais para a produção do palmito (BOVI, 1998).

Nos últimos anos, a pupunha vem sendo cultivada para a produção de palmito nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Paraná. Nesses Estados, a demanda pelo seu uso deu-se em virtude das vantagens que a espécie apresenta em relação a outras palmeiras como precocidade de corte, plasticidade genética, perfilhamento abundante, boa palatabilidade de seu fruto, ausência de oxidação do palmito produzido (escurecimento) e alta produtividade (NEVES et al., 2005).

2.2 Co-produtos da pupunha

O cultivo da pupunheira (*Bactris gasipaes* **Kunth**) para exploração do palmito permite o aproveitamento dos co-produtos (folhas, bainhas e parte dos caules) oriundos do processamento do palmito, na alimentação de ruminantes, na forma de feno e/ou silagem, diminuindo assim os custos de produção (ALVES JÚNIOR et al., 1999).

Esses co-produtos são produzidos em uma escala constante ao longo do ano, sendo que sua utilização na alimentação de ruminantes constitui uma alternativa em potencial para suplementação volumosa na época de baixa disponibilidade de pastagem, conseqüentemente podendo reduzir os impactos ambientais, já que estes materiais ainda não apresentam uma forma adequada de aproveitamento.

Segundo Pereira et al. (2006), a entrecasca (bainha) do palmito apresenta 10,6% de matéria seca (MS); 9,6% de proteína bruta (PB); 61,6% de fibra em detergente neutro (FDN);

38,0% de fibra em detergente ácido (FDA) e 74,2% de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), apresentando assim, características de um volumoso de boa qualidade. Medeiros et al. (1999) analisando a forragem de pupunheira observaram 10,0% de PB; 62,0% de FDN; 50,0% de FDA; 30,0% de celulose e 15,0% de lignina.

Estudando três níveis de substituição (0%, 20% e 40%) de co-produto da pupunha (bainhas e restos de caule), pela silagem de milho para cordeiros, Rombola et al. (2003) constataram que até 40% de substituição não afeta a digestibilidade dos constituintes bromatológicos da dieta.

2.3 Uso de aditivos na ensilagem

A ensilagem apresenta riscos que podem levar a perda de nutrientes decorrentes de fermentações indesejáveis (VIEIRA et al., 2004). A inclusão dos aditivos na ensilagem tem como função reduzir os riscos do processo, prevenindo as fermentações secundárias e aumentando o valor nutritivo da silagem produzida (HENDERSON, 1993; COSTA et al., 2001).

Os aditivos devem ser utilizados de acordo com as necessidades e as propriedades do material ensilado. Segundo McDonald et al. (1991), os aditivos são classificados em, estimulante da fermentação no silo, inibidores da deterioração aeróbia, nutritivos, ou seja, aqueles que acrescentam nutrientes ao material ensilado e absorventes de umidade. Vilela (1998) faz ressalva de mais um grupo, aquele que associa mais de um efeito, como os que estimulam a fermentação e são nutritivos.

2.3.1 Aditivos absorventes

Aditivos absorventes proporcionam no material ensilado aumento do teor de MS, redução da produção de efluentes e melhora no valor nutritivo das silagens (McDONALD et al., 1991).

A capacidade de retenção de umidade de um aditivo absorvente pode variar a partir de sua composição química, observando que aditivos com maiores graus de lignificação têm maior capacidade de retenção de umidade. Todavia tais aditivos provocam uma redução do valor nutritivo da silagem (JONES e JONES, 1996).

Andrade e Lavezzo (1998), estudando o efeito da adição de alguns aditivos (rolão de milho, farelo de trigo e sacharina) na ensilagem de capim elefante constataram que a utilização desses aditivos elevou de forma linear a porcentagem de MS nas silagens.

2.3.2 Aditivos Nutritivos

Aditivos nutritivos são definidos como substâncias que, quando adicionados ao material ensilado, contribuem significativamente para as necessidades nutricionais dos animais.

A adoção de aditivo nutritivo superior ao apresentado pelo material ensilado, deve ser sempre cogitada, uma vez que, além de possibilitar melhoria no processo de fermentação, garantido uma maior manutenção da qualidade do material original, ele possui a capacidade de aumentar o valor nutritivo da silagem (LOPES, 2006). Dentre os vários aditivos nutritivos existentes e que podem ser utilizados na ensilagem do co-produto do palmito da pupunha estão o farelo de mandioca, o fubá de milho, a torta de dendê e a uréia.

2.3.3 Farelo de mandioca

O farelo de mandioca é um resíduo obtido durante o início da fabricação da farinha de mandioca, constituído de casca, entrecasca e pontas de mandioca desidratados, tendo em média 88% de MS (CALDAS NETO et al. 2000).

De acordo com Valadares Filho et al. (2006) o farelo de mandioca apresenta em sua composição bromatológica 91,58% de MS; 2,94% de PB; 1,20% de EE; 93,05% de CHO; 9,93% de FDN; 4,55% de FDA; 6,94% de celulose; 6,49% de hemicelulose 1,14% de lignina.

Van Onselen e Lopez (1988), avaliando o efeito de fontes de carboidratos na qualidade da silagem de capim-elefante, constataram que a utilização de 7% na matéria natural de farinha de mandioca na ensilagem do capim-elefante, proporcionou silagem de boa qualidade, com pH adequado e com reduzidas quantidades de N-NH₃.

2.3.4 Fubá de milho

O milho e seus derivados são bastante utilizados na alimentação de ruminantes, sendo o fubá de milho amplamente utilizado como aditivo na produção de silagem, apresentando funções de absorvente e nutriente.

O fubá de milho apresenta 87,64% de MS; 9,11% de PB; 1,34% de EE; 84,90% de CHO; 13,98% de FDN; 4,08% de FDA; 3,55% de celulose; 9,41% hemicelulose; 1,16% de lignina e 90,78% de digestibilidade da MS (VALADARES FILHO et al., 2006).

De acordo com Ávila et al. (2006), o amido, o principal carboidrato do fubá de milho, não é aproveitado pelas bactérias lácticas, entretanto favorece o processo de fermentação pela redução do teor de umidade do material ensilado. Lavezzo e Andrade (1998) constataram que a utilização do fubá de milho na ensilagem de capim-elefante, é recomendável, pois, além de aumentar o teor de MS, favorecendo o processo de fermentação, eleva o valor energético da silagem.

Rodrigues Neto et al. (2001) concluíram que a adição de 10% milho moído na ensilagem de co-produtos da pupunha (folhas, bainhas e parte dos caules) proporcionou silagens de qualidade média e valor nutritivo semelhante à maioria das silagens de forrageiras convencionais.

2.3.5 Torta de dendê

A torta de dendê é um co-produto resultante da polpa seca do dendê, após moagem e extração do óleo. É uma promissora fonte de energia, com uma boa relação custo - benefício na formulação de dietas para ruminantes (WAN ZAHARI e ALIMON, 2004).

Segundo Valadares Filho et al. (2006) a torta de dendê apresenta na sua composição química, os seguintes valores: 95,09% de MS; 14,92% de PB; 11,59% de EE; 70,63% de CHO; 56,96% de FDN; 43,41% de FDA; 30,09% de celulose; 11,12% de lignina e uma digestibilidade da MS de 60,66%.

Com a priorização do dendê como matéria-prima para a produção de biodiesel nas regiões Norte e Nordeste, através do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel do governo federal, grande quantidade de torta vem sendo disponibilizada aos produtores, a um baixo custo.

2.3.6 Uréia

Vilela (1998) reporta que a principal premissa para justificar a adição da uréia na silagem é o aumento na porcentagem de proteína bruta. Adicionalmente, ela ainda proporciona uma melhor estabilização da massa ensilada e redução nas perdas de MS. Porém, sua eficiência em garantir os benefícios supracitados sofre influência de vários fatores, tais como, o teor de umidade do material ensilado no momento da adição, que exerce papel primordial na qualidade do produto final.

Segundo Kung Jr. et al. (2003), a uréia na silagem transforma-se em amônia (NH₃), reagindo com a água formando hidróxido de amônia. Assim eleva-se o pH, o que pode influenciar negativamente o metabolismo de microrganismos indesejáveis, principalmente leveduras.

Lopes et al. (2007), Molina et al. (2002) e Lima (2002), observaram efeito positivo na composição bromatológica e no padrão de fermentação em silagens de cana-de-açúcar aditivadas com níveis de 0,5 a 1,5% de uréia.

De acordo com Vilela et al. (1990), a adição de 5,1% de uréia base na MS no momento da ensilagem do capim-elefante emurchecido e com teor de MS de 43,2% proporcionou redução nas perdas de MS durante o armazenamento da silagem e melhor balanço de nutrientes.

2.4 Emurchecimento de forragens para ensilagem

O emurchecimento consiste fundamentalmente na redução da atividade de água ou elevação da pressão osmótica intracelular, em plantas com elevados teores de umidade por ocasião da ensilagem (CAMARGO, 2006).

Bergamaschine et al. (2006), observando a qualidade e o valor nutritivo de silagem de capim-marandu produzidas com forragem emurchecida, concluíram que o emurchecimento

pode ser recomendado como técnica para ensilagem desse capim, apresentando 24% de MS, pois melhorou a qualidade da silagem ao diminuir os teores de nitrogênio amoniacal e estimular o consumo de MS.

Tosi et al. (1999), trabalhando com diferentes técnicas de redução de umidade no capim-elefante para ensilagem, entre elas o emurchecimento durante 12 horas, constataram que o emurchecimento por este período foi suficiente para promover, aumento da MS, redução do N-NH₃, aumento da concentração de ácido láctico e redução do pH frente ao tratamento controle (ensilagem do capim *in natura*), revelando-se assim uma técnica adequada para a ensilagem.

De acordo com Ferrari Júnior e Lavezzo (2001), após exposição de 8 horas ao sol do capim-elefante, o emurchecimento foi efetivo para aumento do teor de MS da forragem, favorecendo o processo fermentativo.

2.5 Critérios para avaliação da qualidade de silagem

2.5.1 Teor de matéria Seca (MS)

O teor de MS do material ensilado é um fator importante na determinação do tipo de fermentação predominante na ensilagem (BRITO et al., 2000). O elevado teor de umidade favorece condições para obtenção de silagens butíricas de baixa qualidade, onde ocorre grande decomposição protéica, com evidente queda no valor nutritivo do material ensilado (FERRARI JÚNIOR e LAVEZZO, 2001).

Segundo Muck (1988), o conteúdo de MS tem uma alta e negativa correlação com a proteólise na silagem, ou seja, quando menor o conteúdo de MS no material ensilado maior será a degradação de proteínas. Outro agravante do baixo teor de MS é a produção de efluentes que acarretarão em perdas de compostos nutritivos (WEINBERG e ASHBELL, 2002).

Para Henderson (1993), teores de MS de silagens entre 25 a 30% são benéficos, uma vez que irão reduzir a produção de efluentes e acarretará em pouco efeito negativo sobre o valor nutritivo da silagem.

2.5.2 pH

O pH de um alimento é um dos principais fatores que determina a proliferação e a sobrevivência dos microrganismos presentes, além de ser empregado como parâmetro na qualificação da ensilagem (AMARAL et al., 2007). De acordo com Cherney e Cherney (2003), o pH é um bom indicador da qualidade de fermentação em silagens com baixo teor de MS, não sendo adequado para silagens com alto teor de MS.

Valores de pH entre 3,8 e 4,2 são considerados adequados às silagens bem conservadas, pois nessa faixa se tem a restrição das enzimas proteolíticas da planta e de enterobactérias e clostrídeos (TOMICH et al., 2004). Entretanto, não só o valor final do pH é importante para a

conservação da silagem, mas também a rápida acidificação do meio, pois irá desnaturar de forma eficiente a maioria das enzimas que degrada as proteínas (VILELA, 1998).

2.5.3 Nitrogênio amoniacal – N-NH₃

Um das principais modificações na ensilagem é a participação percentual do nitrogênio amoniacal no nitrogênio total, que é afetado pela ação de microrganismos (AMARAL, et al., 2007).

A quantificação dos valores de N-NH₃ das silagens pode ser utilizada como indicativo da eficiência do processo fermentativo, pois o seu conteúdo é um indicativo da presença de clostrídeos, uma vez que a produção desse composto é pequena por parte de outros microrganismos presentes na silagem e enzimas da planta (McDONALD, 1981). Conseqüentemente ocorre uma queda na qualidade da silagem, por causa da degradação de compostos nitrogenados (proteínas verdadeira, peptídeos, aminoácidos, amins e amidas) por essas bactérias até amônia, a qual é perdida por volatilização durante a abertura do silo (CÂNDIDO et al., 2007).

A degradação das proteínas ocorre durante a fermentação do material ensilado, e é resultado de condições ácidas insuficientes para que as bactérias indesejáveis sejam inibidas (McDONALD et al., 1991).

Para Oshima e McDonald (1978), AFRC (1987) e Henderson (1993), silagens entre e abaixo de 8 a 11% de N-NH₃ apresentam fermentação eficiente para a conservação do material ensilado, não ocorrendo quebra excessiva da proteína em amônia. Valores maiores a 15% de N-NH₃ significa que a quebra da proteína foi expressiva (FARIA et al., 2007).

2.5.4 Densidade

O aumento da densidade da massa ensilada proporciona processo fermentativo favorável, por promover rápida redução no pH (AMARAL et al., 2007). Silagens mal compactadas, geralmente, contêm oxigênio em excesso, enquanto o alto grau de compactação pode levar à produção excessiva de efluentes, ambos com efeitos prejudiciais à fermentação e valor nutritivo (TOMICH et al., 2004).

As silagens que apresentam densidade entre 600 kg/m³ a 800 kg/m³ são consideradas adequadas em virtude da inexistência da quantidade de oxigênio residual suficiente para prejudicar o processo de fermentação (TOMICH et al., 2003).

De acordo com Velho et al. (2007), a densidade de 600 kg/m³ proporciona silagens de milho com menor alteração de carboidratos estruturais e menor proteólise, aspecto que favorecem a aceitabilidade e o consumo da silagem pelos animais.

Senger et al. (2005) avaliando dois níveis de compactação (bem compactada e mal compactada) de silagens de milho concluíram, que as bem compactadas preservam uma maior

quantidade de açúcares que podem ser utilizados como fonte de energia pelos microrganismos do rúmen.

2.5.5 Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro*

O valor nutritivo de um alimento pode se predito através da sua composição químico-bromatológica e digestibilidade (RIBEIRO, 2007).

O conteúdo de PB é de fundamental importância na nutrição de ruminantes, pois segundo Church (1988), é necessário no mínimo 7% desse princípio nutritivo na dieta para garantir uma fermentação microbiana efetiva no rúmen.

A digestibilidade do alimento é a capacidade de permitir que o animal utilize os seus nutrientes em maior ou menor escala. Essa capacidade é expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente, sendo uma característica do alimento, e não do animal (COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979). A digestibilidade pode ser adequadamente estimada por meio de dispositivos que simulem as condições de fermentação ruminal, podendo ser estimada por método *in vitro* (VAN SOEST, 1994).

A técnica de digestibilidade *in vitro* em duas fases, desenvolvida por Tilley & Terry (1963), é a mais utilizada em todo o mundo (ANTONIO et al, 1998). Segundo Campos et al. (2000), essa técnica tem sido largamente utilizada para predizer a digestibilidade e tem como objetivo simular as condições normais do rúmen, com atmosfera anaeróbia, temperatura de incubação constante e pH ótimo.

Um dos fatores que interferem na digestibilidade do alimento é o seu conteúdo de FDN, por possuir uma correlação negativa com esta. O teor de FDN é o que mais se aproxima dos valores do conteúdo da parede celular, sendo o componente do alimento que melhor representa os constituintes de baixa degradação na dieta (MERTENS, 1989) Este é composto por hemicelulose e celulose que são as maiores fontes de substrato disponível para a fermentação no rúmen e constituem na maior fonte de energia para o ruminante e a lignina, que exerce grande influência negativa sobre a taxa de degradação e degradabilidade efetiva da parede celular dos alimentos volumosos, além de possuir sílica e cutina (VAN SOEST, 1994).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Ilhéus - Bahia e do Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Caprinos, Sobral - Ceará.

3.2 Co-produto, aditivos e emurchecimento

O co-produto agro-industrial da extração do palmito da pupunha, constituído da bainha (entrecasca), foi cedido pela Empresa Inaceres LTDA, localizada no município de Uruçuca, na região sul da Bahia.

O material foi picado a 2 cm em picadeira estacionária e em seguida foi pesado e amontoado em seis porções distintas do co-produto nas dependências da Empresa para preparação dos tratamentos a serem ensilados.

Os aditivos utilizados foram: farelo de mandioca, fubá de milho, torta de dendê e uréia. Os aditivos foram adicionados ao co-produto da pupunha momentos antes da ensilagem, em quantidade calculada em referência ao peso da matéria natural. Para realização do emurchecimento o co-produto foi espalhado de forma homogênea, sobre o chão de alvenaria, por um período de 4 horas. Uma quantidade de cada tratamento foi amostrada para ser analisada como material original. A composição química do co-produto da pupunha e dos aditivos encontra-se na tabela abaixo:

Tabela 1 - Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), cinza, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do co-produto da pupunha e dos aditivos absorventes

Itens	Co-produto <i>in natura</i>	Farelo de mandioca	Fubá de milho	Torta de dendê
MS ¹	14,34	92,62	91,65	90,45
MO ²	95,29	99,03	96,12	96,99
Cinza ²	4,71	0,97	3,88	3,01
PB ²	4,45	1,39	10,44	13,84
FDN ²	72,33	31,33	26,37	75,16
FDA ²	52,4	9,44	6,25	51,98
HEM ²	19,93	21,89	20,12	23,18
CEL ²	45,31	6,1	6,15	37,6
LIG ²	6,83	2,64	0,36	13,97
EE ^{2,3}	--	1,20	4,07	6,8
CT ^{2,4}	--	96,44	81,61	76,35
CNF ^{2,4}	--	65,11	55,24	1,19
DIVMS ¹	54,03	84,58	77,53	41,37

¹% , ² % da MS, ³Valadares Filho et al. (2006) e ⁴valores estimados.

3.3 Silos experimentais

Os silos experimentais foram confeccionados utilizando-se canos de policloreto de vinil “PVC” com 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento, contendo tampa adaptada com válvula tipo “Bunsen” para permitir o escape dos gases e com capacidade para aproximadamente de 2,5 a 3 Kg de silagem, com base na matéria natural.

A compactação da massa ensilada foi realizada com um bastão de madeira, com acomodações de camadas de aproximadamente 10 cm de espessura buscando atingir densidade de 500 a 600 Kg/m³ de forragem. Após a acomodação final do material, os silos foram fechados e vedados com fitas adesivas e pesados, sendo em seguida transportados para o Laboratório de Nutrição Animal da UESC, onde permaneceram à temperatura ambiente até o momento das aberturas, com um, três, cinco, sete, 14, 28 e 56 dias de armazenamento.

3.4 Aberturas dos silos e amostragens do material

Decorrido cada período de armazenamento, os silos foram novamente pesados e abertos e todo o seu conteúdo foi despejado e homogeneizado em badeja plástica, retirando-se duas amostras para posteriores análises.

A primeira amostra foi submetida à prensa hidráulica de laboratório, obtendo-se o extrato da silagem com finalidade de determinar o teor de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃)¹ utilizando-se óxido de magnésio e cloreto de cálcio (AOAC, 1980) e do pH com o uso de um potenciômetro (WILSON e WILKINS, 1972).

O material original e a segunda amostra de cada tratamento foram dispostas em bandejas de alumínio, pesadas e mantidas em estufa de ventilação forçada e temperatura controlada de 55-60°C, por 72 horas. Após esse período, as amostras foram retiradas da estufa e deixadas por uma hora em temperatura ambiente para estabilização do peso, posteriormente foram pesadas, moídas em moinho tipo *Willey* provido de peneira com crivos de 1 mm e acondicionadas em potes de polietileno para posteriores análises.

Determinaram-se a matéria seca (MS), a proteína bruta (PB), as concentrações de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em ácido sulfúrico e celulose conforme metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). Os teores de hemicelulose foram calculados por diferença entre FDN e FDA. Para a obtenção da

¹ Para o cálculo do N-NH₃/N-total foi utilizada a fórmula: $\text{mg \% de NH}_3 = \text{mL HCl} \times \text{N} \times 0,014 \times 1000 / \text{mL do suco da silagem}$, em que mg % de NH₃ é quantidade de mg % de NH₃ no suco da silagem; mL de HCl a quantidade de ácido clorídrico gasto na titulação; N a normalidade do ácido clorídrico utilizado na titulação; 0,014 a quantidade de Nitrogênio contido em 1 ml de solução 0,1 N de nitrogênio. O valor encontrado em mg %, foi corrigido para a quantidade de umidade da amostra pela fórmula: $\text{mg \% de NH}_3 \text{ na matéria natural} = \% \text{ de umidade da amostra} \times \text{mg \% de NH}_3 \text{ no suco da silagem} / 100$; posteriormente este valor foi convertido com base na matéria seca: $\text{mg \% de NH}_3 \text{ na matéria seca} = \text{mg \% de NH}_3 \text{ na matéria natural} \times 100 / \% \text{ de MS}$; e finalmente calculou-se o N-NH₃ /N-Total = $\text{mg \% de NH}_3 \text{ na matéria seca} / \% \text{ de N total com base na MS} \times 100$.

digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) seguiu-se as recomendações propostas por Tilley e Terry (1963).

3.5 Delineamento experimental

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado – DIC, em arranjo fatorial 6 x 7, (seis tratamentos x sete períodos de fermentação) com duas repetições. Os tratamentos experimentais foram: 1 - co-produto do palmito da pupunha *in natura*; 2 - co-produto + 10% de farelo de mandioca (farelo da casca e aparas de mandioca desidratados); 3 - co-produto + 10% de fubá de milho; 4 - co-produto + 10% de torta de dendê; 5 - co-produto + 1% de uréia e 6 - co-produto emurchecido. Os períodos de fermentação da ensilagem do co-produto da pupunha foram um, três, cinco, sete, 14, 28 e 56 dias.

3.6 Análises estatísticas

Os dados foram analisados pelos procedimentos da análise de variância e regressão, Realizou-se o estudo para verificar se as pressuposições de distribuição normal de aditividade e de homocedasticidade dos dados foram atendidas.

Para os fatores qualitativos (tratamentos), as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Enquanto, para os fatores quantitativos (dias), em função do período de fermentação, procedeu-se análise de regressão, em que se ajustaram as equações com base no coeficiente de determinação e na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t de Student, a 5% de probabilidade. Para verificar a existência de equivalência entre as equações de regressões ajustadas para as estimativas das diversas características avaliadas entre os tratamentos procedeu-se o teste pela hipótese de nulidade conjunta segundo Mayer et al. (1994).

$$H_0 : \beta_0 = 0 \text{ e } \beta_1 = 1$$

$$H_a : \text{não } H_0$$

Sob o caso de não rejeição da hipótese de nulidade, concluí-se pela equivalência entre os valores observados e preditos pelas equações ajustadas em função dos tratamentos e foram sugeridas novas equações para estimar tais características, porém desconsiderando os tratamentos. Já para o caso de aceitação da hipótese de nulidade, concluí-se pela ausência de equivalência entre os valores de um tratamento com o outro, significando que a equação ajustada para um tratamento não é adequada para prever a característica avaliada de outro tratamento.

Utilizando-se como ferramenta de auxílio, às análises do programa SAEG versão 9.0 (SAEG, 2005)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Encontram-se na Tabela 2 os valores médios das variáveis de composição química, de perfil de fermentação e de DIVMS em função dos tratamentos com as silagens do co-produto da pupunha. Observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, independente do período de fermentação, para as variáveis MS, MO, cinza, FDN, FDA, celulose, lignina, pH e densidade.

As equações ajustadas para as variáveis supracitadas em função do período de fermentação encontram-se nas Figuras 1, 2 e 3. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) entre o período de fermentação, independentemente dos tratamentos, para as variáveis MS, MO, cinza, FDN, FDA, celulose, lignina e pH.

A silagem emurchecida foi o tratamento com maior ($P < 0,05$) teor de MS. A técnica do emurchecimento proporcionou aumento ($P < 0,05$) no teor de MS do co-produto da pupunha em 62,75% em relação ao tratamento *in natura*, o qual conteve o menor teor (13,72% de MS). A adição da torta de dendê (21,06% de MS) ou do farelo de mandioca (21,23% de MS), na ensilagem do co-produto da pupunha, apresentaram maior teor de MS ($P < 0,05$) que a silagem aditivada com o fubá de milho (19,71% na MS).

Segundo Jones e Jones (1996) aditivos com alto teor de lignificação têm maior capacidade de retenção de umidade. Essa afirmação se confirma quando se compara a utilização da torta de dendê versus o fubá de milho na ensilagem do co-produto da pupunha, entretanto não se aplica para a comparação da torta de dendê versus o farelo de mandioca, já que esses aditivos possuindo diferentes teores de FDA (51,98 e 944%, respectivamente) e lignina (13,97% e 2,64, respectivamente), proporcionaram a mesma eficiência na retenção de umidade nas silagens desse co-produto. Em equação de regressão ($Y = 12,4821 + 0,594431 * CA$) realizada por Faria et al (2007), estimando níveis crescentes de casca de café (CA), com alto teor de lignificação (50,35 de FDA e 16,86 de lignina na MS) na ensilagem de capim-elefante, verificou-se que a inclusão de 10% desse aditivo, proporcionou aumento de 47,62% de MS no material ensilado, já a utilização da torta de dendê do presente trabalho, proporcionou um aumento de 53,49% no teor de MS na silagem do co-produto de pupunha, ambos em relação aos seus respectivos materiais *in natura*.

Tabela 2 - Teores médios, valor de probabilidade (P) e coeficiente de variação (CV) para composição química, perfil de fermentação e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), de silagens do co-produto da pupunha acrescida de aditivos e submetida ao emurchecimento, aberta em diferentes períodos de fermentação (PF)

Variáveis	Tratamentos*						Período de fermentação (dias)								Valor P			CV ⁴ (%)
	1	2	3	4	5	6	0	1	3	5	7	14	28	56	Trat	PF	Inter**	
MS ¹	13,72 ^e	21,23 ^b	19,71 ^c	21,06 ^b	14,44 ^d	22,33 ^a	19,60	19,63	18,84	19,28	18,99	18,56	17,88	17,22	<0,0001	<0,0001	0,1938	3,87
MO ²	95,20 ^d	96,65 ^a	95,80 ^b	95,88 ^b	95,47 ^c	95,14 ^d	95,84	95,97	95,91	95,86	95,70	95,59	95,38	95,25	<0,0001	<0,0001	0,4308	0,21
Cinza ²	4,81 ^a	3,35 ^d	4,20 ^c	4,12 ^c	4,53 ^b	4,86 ^a	4,16	4,03	4,09	4,14	4,30	4,41	4,62	4,75	<0,0001	<0,0001	0,4308	4,62
PB ²	4,54	3,65	7,09	7,79	20,88	4,35	7,50	7,57	7,76	8,14	8,17	8,09	8,64	8,53	<0,0001	<0,0001	0,0070	7,15
FDN ²	64,81 ^b	45,28 ^e	50,96 ^d	68,52 ^a	62,05 ^c	61,98 ^c	64,18	62,03	59,77	58,17	54,41	55,67	57,72	59,51	<0,0001	<0,0001	0,1517	4,89
FDA ²	49,29 ^a	32,07 ^c	33,67 ^c	51,14 ^a	47,13 ^b	46,61 ^b	44,10	42,62	43,81	42,19	40,43	42,87	44,48	46,06	<0,0001	0,0003	0,4645	6,05
HEM ²	15,51	13,20	17,29	17,38	14,92	15,37	20,08	19,40	15,96	15,99	13,98	12,79	13,24	13,45	<0,0001	<0,0001	0,0339	9,84
CEL ²	43,81 ^a	27,75 ^c	29,84 ^d	41,93 ^b	41,82 ^b	40,48 ^c	37,31	36,65	37,67	36,42	36,80	37,74	38,41	39,84	<0,0001	0,0011	0,4178	5,00
LIG ²	6,00 ^b	4,63 ^d	3,96 ^c	9,44 ^a	5,13 ^c	5,86 ^b	6,31	5,84	5,93	5,61	5,51	5,74	5,78	6,00	<0,0001	0,0011	0,4177	7,15
pH	3,80 ^b	3,93 ^a	3,79 ^b	3,78 ^b	3,87 ^a	3,81 ^b	4,67	3,83	3,67	3,63	3,58	3,64	3,70	3,91	<0,0001	<0,0001	0,2008	2,31
N-NH ₃ ¹	7,64	8,65	7,89	3,73	4,07	6,35	---	4,10	5,31	5,63	6,08	7,17	7,61	8,81	<0,0001	<0,0001	<0,0001	10,98
DENS ³	836,78 ^a	805,07 ^a	724,65 ^b	767,15 ^a	719,56 ^b	677,17 ^b	---	752,04	766,01	761,12	751,49	756,45	747,70	750,65	0,0001	0,9986	1,0000	11,38
DIVMS ¹	51,28	65,06	58,75	47,97	52,30	54,27	57,27	56,09	53,92	57,78	55,38	51,33	52,68	55,05	<0,0001	<0,0001	0,0075	5,25

MS - matéria seca, MO - matéria orgânica, PB - proteína bruta, FDN - fibra em detergente neutro, FDA - fibra em detergente ácido, HEM - hemicelulose, CEL - celulose, LIG - lignina, N-NH₃ - nitrogênio amoniacal, DENS - densidade. ¹% e ²% da MS, ³ Kg/m³

*Tratamentos: 1- silagem do co-produto *in natura*; 2- silagem do co-produto + 10% de raspa de mandioca, 3- silagem do co-produto + 10% de fubá de milho; 4- silagem do co-produto + 10% de torta de dendê; 5- silagem do co-produto + 1% de uréia e 6 - silagem do co-produto emurchecido.

**Inter - Interação entre tratamento e período de fermentação e ⁴CV- coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05)

O teor de MS apresentou efeito linear negativo ($P < 0,05$) de acordo com o período de fermentação, que variou em média de 19,34 a 18,52% do momento da ensilagem até o último dia de fermentação, respectivamente. Para cada dia após a ensilagem, verificou-se a diminuição de aproximadamente 0,041% no teor de MS das silagens (Fig. 1).

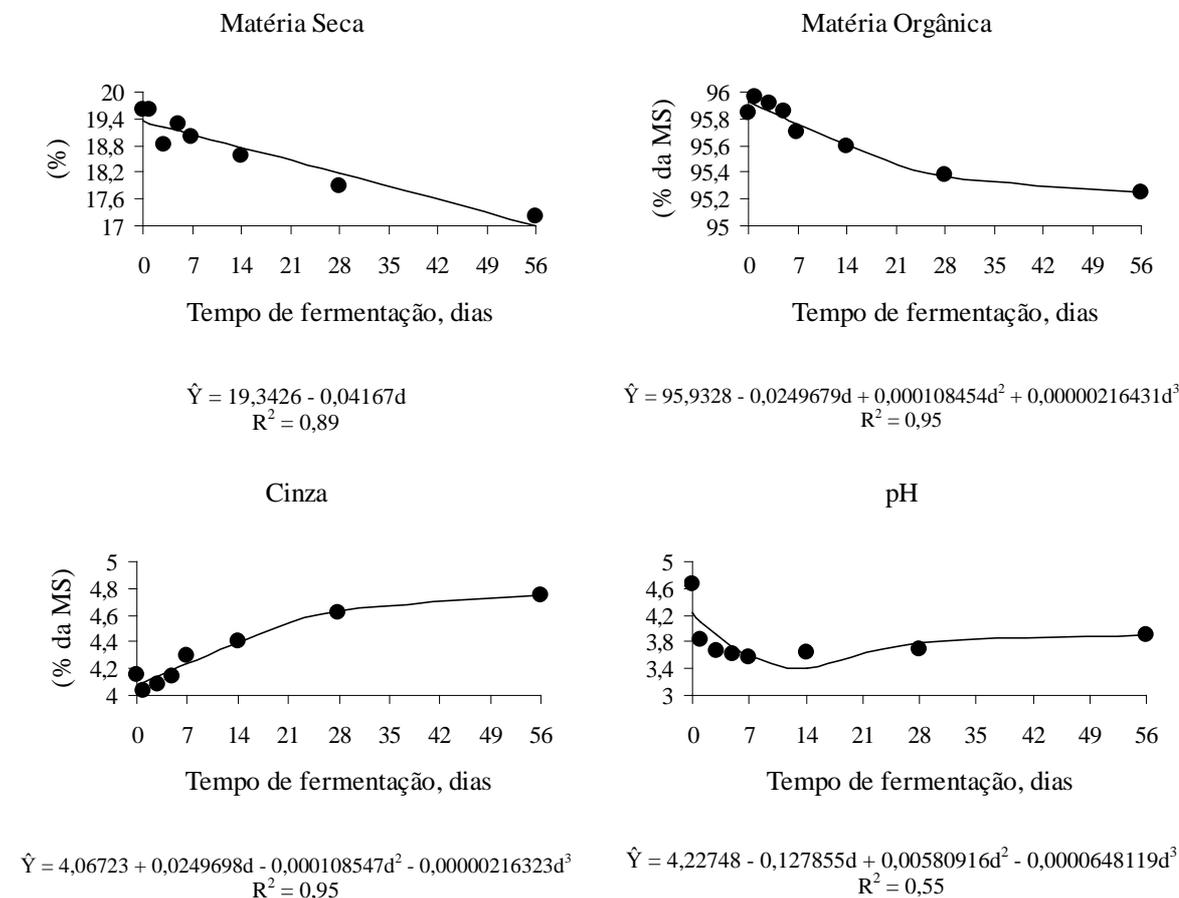


Figura 1 - Estimativas da MS, MO, cinza e pH em função do período de fermentação em dias (d)

Os tratamentos das silagens não aditivadas (*in natura* e emurhecida) constituíram nos tratamentos com menores e maiores ($P < 0,05$) percentuais de MO e cinza, respectivamente, entretanto os tratamentos compostos pelos aditivos absorventes, promoveram efeito inverso, aumentando e diminuindo os teores de MO e cinza respectivamente, destacando-se o aditivado com farelo de mandioca que diferiu-se ($P < 0,05$) de todos os tratamentos (Tab. 2).

O aumento do teor de MO nas silagens aditivadas com os aditivos absorventes é reflexo do maior percentual dessa fração nestes aditivos frente ao co-produto de pupunha, destacando-se o farelo de mandioca que apresentou em sua composição 99,03%. Rodrigues Neto et al. (2001) constataram que a adição de milho moído na ensilagem de co-produto de pupunha reduziu o teor de cinza em relação à silagem confeccionada exclusivamente com o co-produto. Andrade e Lavezzo (1998), utilizando níveis crescentes de três aditivos com características absorventes (sacarina, farelo de trigo e rolão de milho) na ensilagem de capim-elefante,

constataram que houve queda nos teores de cinzas à medida que se aumentaram os níveis de aplicação dos aditivos, refletindo em parte, os teores de cinzas dos aditivos que são menores que do capim-elefante.

As estimativas dos teores de MO e cinza apresentaram efeito cúbico ($P < 0,05$) em função do período de fermentação das silagens, caracterizadas ainda pelas baixas variações entre os dias de aberturas.

A redução no teor de MO das silagens é provavelmente explicado pela fermentação dos compostos solúveis ao longo do período, principalmente nos primeiros 28 dias, levando inevitavelmente ao aumento da proporção de cinza na MS.

Observou-se efeito de tratamento ($P < 0,05$) sobre o pH das silagens (Tab. 2). O tratamento da silagem com adição de farelo de mandioca ou de uréia não diferiram entre si ($P > 0,05$) e proporcionou o maior valor de pH, diferindo ($P < 0,05$) dos demais tratamentos, os quais não diferiram ($P > 0,05$) entre si, contudo a variação entre o maior e o menor valor de todos os tratamentos foi de apenas 3,81%.

Todas as silagens apresentaram valores de pH próximos à faixa considerada como ótima (3,8 e 4,2) para uma fermentação adequada (McDONALD et al., 1991).

Para a silagem aditivada com uréia, observou-se maior valor do pH, pois segundo Miller et al. (1966), a uréia possui uma ação tamponante sobre a acidez desenvolvida durante a fermentação, entretanto, não foi suficiente para aumentar o pH a valores considerados inadequados.

Em silagens de capim-elefante aditivadas com 7% de farinha de mandioca e 7% de fubá de milho, ambos em percentual da matéria natural, foi observado que estes, proporcionaram acidez adequada as silagens, 3,93 e 4,24, respectivamente (VAN ONSELEN e LOPEZ, 1988). Entretanto em revisão sobre aditivos, Vilela (1998) relatou a inconsistência dos resultados sobre a utilização do farelo de mandioca e do fubá de milho nas modificações das características de fermentação, precisamente quando os reporta como fonte de carboidratos solúveis, já que esses são em sua maioria constituídos por amido que não é uma boa fonte de açúcares, uma vez que esse polissacarídeo não é fermentado pelas bactérias.

Verificou-se efeito cúbico do período de fermentação ($P < 0,05$) sobre os valores de pH independentemente dos tratamentos das silagens, com queda nas primeiras duas semanas de fermentação e ligeiro aumento nas duas semanas seguintes (Fig. 1).

A queda mais pronunciada do pH foi constatada até os sete primeiros dias de ensilagem, apresentando uma redução de 12,43%. Essa redução acentuada em poucos dias após a ensilagem é indicativo de que a maioria dos processos fermentativos ocorreu nos primeiros dias de ensilagem (GUIM et al., 2004). Segundo Muck (1988), o pH normalmente declina nos cinco primeiros dias de ensilagem.

Para Woolford (1984), a tomada do pH final isoladamente, não pode ser considerada como um bom critério de avaliação do processo de fermentação, pois a inibição de fermentações secundárias depende mais da velocidade de declínio do mesmo, da concentração iônica e da umidade do meio. Rocha et al. (2006) afirmaram que a rápida queda no pH e baixo pH final podem colaborar na redução da população de microorganismos deletérios à silagem, os quais produzem grande quantidade de ácido acético e butírico. Por tanto, o comportamento e os valores de pH ao longo do período de ensilagem das silagens do presente estudo, permitem classificá-las como de boa qualidade.

Os tratamentos na ensilagem do co-produto da pupunha mostraram-se diferentes ($P < 0,05$) quanto aos constituintes da parede celular (Tab. 2). Para a FDN observou-se diferença ($P < 0,05$) de 51,33% entre o tratamento com farelo de mandioca (45,28% na MS) e com torta de dendê (68,52% na MS) na ensilagem do co-produto. Já para a FDA, observou-se que os maiores valores ($P < 0,05$) foram para os tratamentos das silagens aditivadas com torta de dendê (51,14% na MS) e o *in natura* (49,29% na MS), que não diferiram entre si ($P > 0,05$), no entanto os tratamentos das silagens aditivadas com farelo de mandioca (32,07% na MS) ou com fubá de milho (33,67% na MS) apresentaram os menores valores ($P < 0,05$) e também, não diferiram entre si ($P > 0,05$). Em relação ao conteúdo de celulose, o tratamento da silagem *in natura* foi o que apresentou o maior teor ($P < 0,05$), seguida dos tratamentos das silagens aditivadas com torta de dendê e uréia, que não diferiram entre si ($P > 0,05$) e apresentaram valores de 41,93 e 41,82% de celulose na MS, respectivamente, sendo que o tratamento com adição de farelo de mandioca favoreceu para o menor teor de celulose (27,75% na MS). Dentre os tratamentos de menor constituintes de parede celular, o tratamento da silagem aditivada com farelo de milho se destacou por apresentar menor teor de lignina (3,96% na MS).

A adição do farelo de mandioca ou do fubá de milho favoreceu a redução das concentrações de FDN, FDA, celulose e lignina, visto que, suas concentrações foram menores em relação aos demais tratamentos.

Ferrari Júnior e Lavezzo (2001), observaram redução linear nos valores de FDN e tendência de decréscimo na FDA, quando níveis crescentes de farelo de mandioca foram adicionados na ensilagem de capim-elefante. Rodrigues Neto et al. (2001) observaram que houve redução nos teores dos constituintes da parede celular (FDN, FDA, celulose e lignina) em silagem de co-produtos da pupunha (caule, folhas e bainhas) aditivada com milho moído.

Em comparação com resultados de componentes da parede celular de silagem de milho e sorgo contidos na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos para Bovinos (VALADARES FILHO et al. 2006), a silagem do co-produto de pupunha aditivada com farelo de mandioca ou fubá de milho pode ser considerada compatível a essas silagens tradicionais.

Diferentemente do farelo de mandioca e do fubá de milho, a torta de dendê favoreceu o aumento da concentração de FDN e de lignina, provavelmente pelos altos teores desses

componentes nesse aditivo (75,16 e 13,97%) em comparação ao co-produto de pupunha (72,33 e 6,83%), todavia, a adição desse aditivo não aumentou o teor de celulose, já que a concentração desse composto no co-produto é maior que na torta de dendê, 45,31 e 37,6%, respectivamente. Todos os valores de FDN das silagens estudadas ficaram abaixo de 70%, preconizado por Van Soest (1965), como nível limitante do consumo de alimento pelo efeito físico de enchimento do rúmen.

Conforme pode ser observado na Figura 2, os constituintes da parede celular: FDN, FDA e lignina, comportaram-se de forma cúbica ($P < 0,05$) em função do período de fermentação, com teores mínimos estimados em 54,09; 41,90 e 5,52%, respectivamente, para o 14º dia de fermentação, entretanto, após esse período os teores aumentaram até o último dia de fermentação (dia 56), finalizando com redução de 6,38 e 1,66% nos teores de FDN e lignina, respectivamente, e aumentou de 5,38% no teor de FDA em relação às concentrações iniciais (dia zero).

De maneira geral a diminuição do teor de FDN no processo de fermentação está provavelmente relacionada com a hidrólise das hemicelulose, já que em todas as silagens o percentual desse composto diminuiu até o final do período de ensilagem (Fig. 5). Muck (1988) menciona que a redução da concentração de hemicelulose reduz os valores de FDN nas silagens. McDonald et al. (1991) relatam que a elevação do FDA é devido ao efeito de concentração, uma vez que a diminuição do FDN e a expressão em valores percentuais têm-se o aumento na fração que não foi alterada pelo processo fermentativo.

O teor de lignina, apesar de ter apresentado variação ao longo do tempo de ensilagem, em consequência supostamente das alterações nas concentrações dos outros componentes da parede celular no mesmo período, pode-se afirmar que o comportamento desse composto está de acordo com Van Soest (1994), o qual afirmou que os teores de lignina permanecem estáveis com o avanço do processo fermentativo.

Os resultados do presente estudo estão de acordo com os observados por Rocha Júnior et al. (2000), que avaliaram o valor nutricional de sete genótipos de sorgo. Os autores observaram que cinco genótipos desses, tiveram os teores de FDN reduzidos e seis apresentaram aumento nos teores de FDA. Silva (2002), também relata o aumento de FDA e redução de FDN em silagem de capim-tifton 85 sem e com emurchecimento, ambos sem e com a adição de polpa cítrica.

O teor de celulose das silagens do co-produto da pupunha apresentou resposta linear crescente ($P < 0,05$), em função do período de fermentação (Fig. 2). A cada dia de abertura, verificou-se aumento de 0,053 pontos percentuais no teor de celulose, que variou de 36,84 a 39,83% entre os dias 0 e 56, respectivamente. Segundo Van Soest (1994), o teor de celulose no silo durante o processo de fermentativo é estável, sendo que a diminuição em seus teores pode ocorrer com a deterioração aeróbia. Portanto no presente estudo, o aumento dos teores de

celulose ao longo do período de fermentação pode estar relacionado à utilização dos carboidratos solúveis e conseqüentemente ao declínio do teor de MS ao longo do período de ensilagem.

Ferreira et al. (2007), também observaram aumento das concentrações de celulose, acentuando-se a partir do 14º dia após ensilagem da cana-de-açúcar *in natura* e tratadas com uréia, zeólita e uréia + zeólita. Os mesmos autores relataram à redução da concentração de carboidratos solúveis e de MS ao longo do período de fermentação.

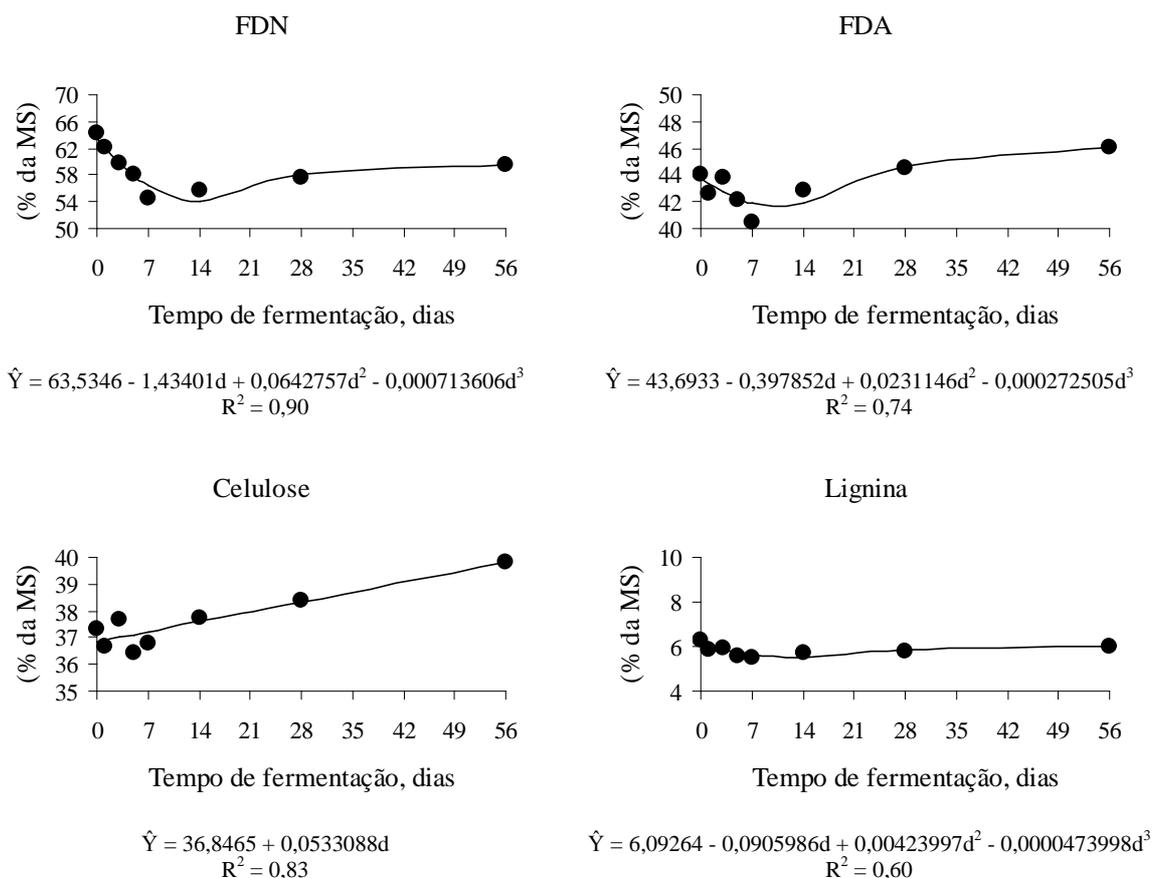


Figura 2 - Estimativas dos componentes da parede celular em função do período de fermentação em dias (d)

Os valores de densidade diferiram-se em dois grupos, sendo que o tratamento da silagem *in natura* e os das silagens aditivadas com farelo de mandioca ou com torta de dendê foram maiores ($P < 0,05$) em relação aos demais tratamentos, com média de 803 Kg/m^3 . Entretanto os valores de densidade de todos os tratamentos ficaram próximos à faixa de 600 a 800 Kg/m^3 considerada por Tomich et al. (2003), como adequada, pois não contêm quantidade de oxigênio residual suficiente para prejudicar o processo de fermentação, sendo que os mesmos autores fazem uma ressalva para silagem com alto teor de umidade, predizendo uma densidade de 550 Kg/m^3 para evitar a alta produção de efluentes.

Loures et al. (2003), com objetivo de avaliar diferentes pressões de compactações sobre as características de efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante com baixo teor de MS, concluíram que as densidades de compactação próximas a 550 kg/m³ mantêm a alta concentração de nutrientes no material ensilado. No presente estudo não foi quantificado a produção de efluente.

Foram observadas interações ($P < 0,05$) entre tratamentos e período de fermentação para as variáveis PB, hemicelulose, N-NH₃ e DIVMS (Tab. 2).

Verificou-se efeito ($P < 0,05$) da interação período de fermentação e tratamento sobre PB (Tab. 3).

Tabela 3 - Desdobramento da interação período de fermentação x tratamento para PB das silagens do co-produto da pupunha

PF	Tratamentos*						Valor P	CV(%)
	1	2	3	4	5	6		
0	4,45 ^c	3,53 ^c	6,70 ^b	7,74 ^b	18,66 ^a	3,94 ^c	<0,0001	8,38
1	3,96 ^c	3,60 ^c	7,13 ^b	7,61 ^b	19,11 ^a	4,02 ^c	<0,0001	13,47
3	4,22 ^c	3,48 ^d	6,85 ^b	7,34 ^b	20,38 ^a	4,29 ^c	<0,0001	3,04
5	4,27 ^c	3,55 ^c	7,40 ^b	8,08 ^b	21,18 ^a	4,39 ^c	<0,0001	4,73
7	4,50 ^c	4,16 ^c	6,96 ^b	7,53 ^b	21,23 ^a	4,65 ^c	<0,0001	7,20
14	4,75 ^c	3,84 ^c	6,56 ^b	7,90 ^b	20,87 ^a	4,64 ^c	<0,0001	6,96
28	5,180 ^c	3,44 ^d	7,62 ^b	8,19 ^b	23,00 ^a	4,43 ^c	<0,0001	4,58
56	5,01 ^c	3,61 ^c	7,50 ^b	7,94 ^b	22,63 ^a	4,47 ^c	<0,0001	5,17

*Tratamentos: 1- silagem do co-produto *in natura*; 2- silagem do co-produto + 10% de raspa de mandioca, 3- silagem do co-produto + 10% de fubá de milho; 4- silagem do co-produto + 10% de torta de dendê; 5- silagem do co-produto + 1% de uréia e 6 – silagem do co-produto emurchedo, Médias seguidas de letras diferentes na, mesma linha, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

A adição de 1% de uréia elevou o teor de PB ao longo de todo período de fermentação em relação aos demais tratamentos, chegando a uma superioridade de 6,7 vezes em relação ao tratamento com o farelo de mandioca no 28º dia de fermentação, este último apresentou-se inferior aos demais tratamentos no 3º e 28º dia de fermentação.

Os tratamentos com fubá de milho e torta de dendê apresentaram-se semelhantes em todo o período de fermentação, com valores intermediários em relação aos demais tratamentos, variando de 6,70 a 8,19% de PB. Os teores de PB das silagens *in natura* e emurcheda diferiram ($P > 0,05$) entre si nos diversos períodos de fermentação.

O teor de PB da silagem aditivada com uréia ao longo dos dias de ensilagem, foi superior aos demais tratamentos, já que esse aditivo é rico em N (45%) correspondendo a um percentual de 280 de PB.

Segundo Church (1988), um alimento e/ou dieta deve conter no mínimo, 7% de PB para o fornecimento de nitrogênio suficiente para uma efetiva fermentação microbiana, assim,

somente as silagens aditivadas com uréia, fubá de milho e torta de dendê, atenderam a esse requisito.

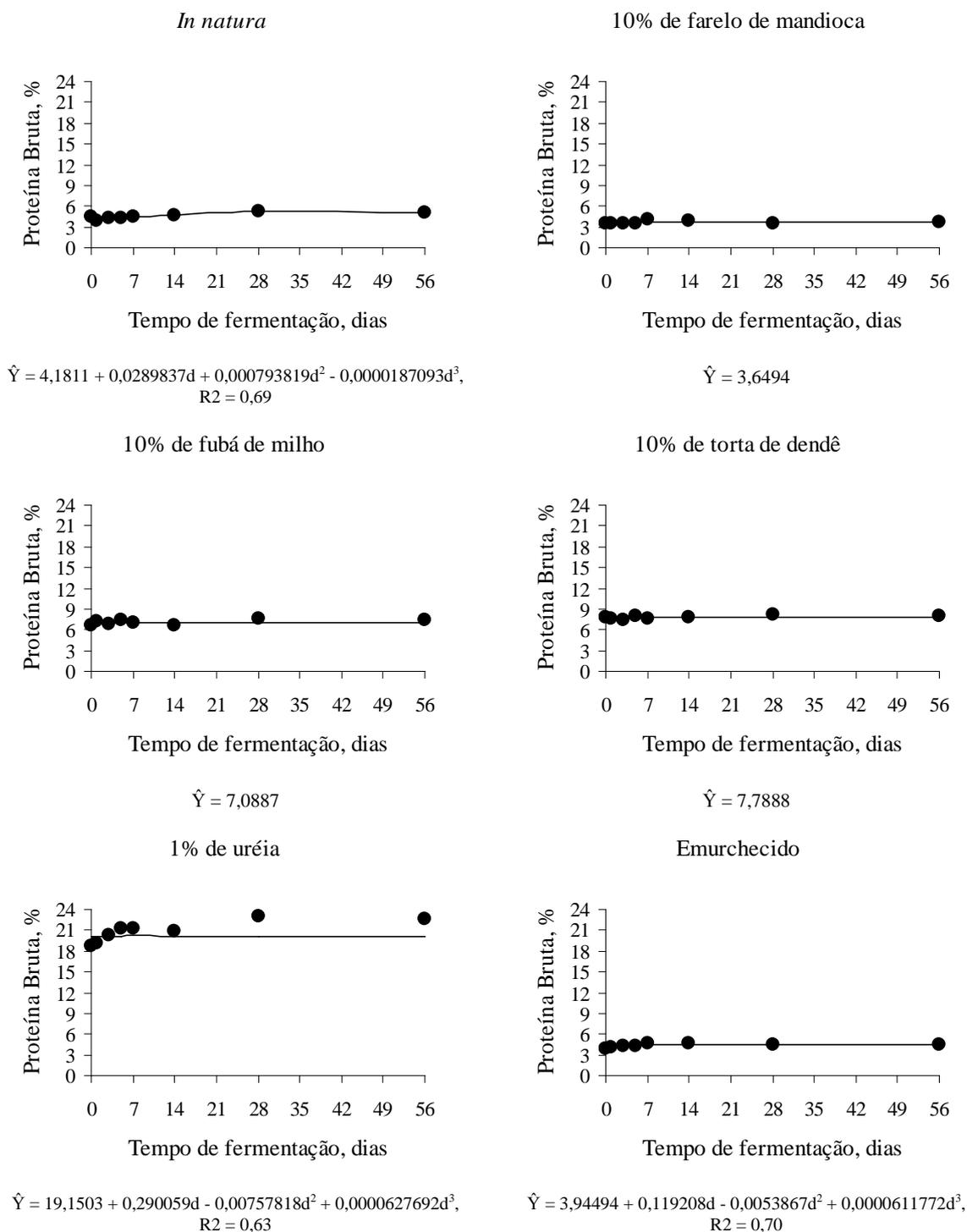


Figura 3 – Estimativas dos teores de PB nos tratamentos das silagens: *in natura*, com aditivos e emurchecida do co-produto da pupunha, em função do período de fermentação em dias (d)

O período de fermentação não exerceu efeito sobre os teores de PB nas silagens que foram aditivadas com farelo de mandioca, fubá de milho e torta de dendê, observando valores médios de 3,64; 7,08 e 7,78% ao longo do processo fermentativo, respectivamente (Fig. 3).

Para os tratamentos *in natura*, emurchecido e com 1% de uréia, verificou-se um efeito cúbico com o período de fermentação, com aumento de 19,77; 18,28 e 13,35% em relação ao primeiro dia de fermentação.

O aumento ocorrido no teor de PB desses tratamentos ao longo do período de ensilagem provavelmente está associado à concentração deste nutriente na MS, principalmente como consequência da perda de carboidratos solúveis por respiração e também no processo de fermentação da silagem.

Em relação às silagens aditivadas com aditivos absorventes, os resultados mostram que essas mantiveram os teores de PB estáveis ao longo do processo fermentativo, embora a fermentação possa ter alterado os percentuais das frações nitrogenadas (VAN SOEST, 1994).

Em consonância com a Tabela 4, os coeficientes de significância para o teste de nulidade entre as equações de regressão do tratamento *in natura* e emurchecido que estimam o comportamento dos teores de PB dessas silagens em função do período de fermentação, não apresentaram diferença ($P > 0,05$), verificando-se aceitação de ambas as hipóteses de nulidade ($H_0: \beta_0 = 0$ e $H_0: \beta_1 = 0$), tendo assim uma equação comum: $Y = 4,063 + 0,0741026d - 0,0022968d^2 + 0,0000212384d^3$ ($R^2 = 0,88$), que estima um aumento no teor de PB de 16,6% até o 56° dia de fermentação desses tratamentos.

Tabela 4 - Significância do teste de hipótese $H_0: \theta = 0$ entre as equações de regressão para estimativa de PB nos tratamentos das silagens: *in natura*, 1% de uréia e emurchecida do co-produto da pupunha, em função do período de fermentação

Tratamentos	<i>In natura</i>	1% de uréia	Emurchecido
<i>In natura</i>	1,0000	<0,0001	0,3538
1% de uréia	<0,0001	1,0000	<0,0001
Emurchecido	0,3538	<0,0001	1,0000

Houve interação ($P < 0,05$) entre o período de fermentação e tratamento para o teor de hemicelulose, cujo desdobramento encontra-se na Tabela 5.

Diferenças significativas nos teores de hemicelulose entre os tratamentos foram observadas no 1°, 28° e 56° dia de ensilagem, no qual a silagem aditivada com farelo de mandioca, manteve-se entre as silagens que apresentaram os menores valores ($P > 0,05$) para os respectivos dias. No 28° dia do processo fermentativo, o tratamento com adição de farelo de mandioca reduziu o teor de hemicelulose, em até 32,11% em relação aos demais tratamentos, que obtiveram um teor médio de 13,99%. Ao 56° a silagem com torta de dendê apresentou a maior concentração de hemicelulose.

A maior concentração da hemicelulose no último dia de abertura da silagem aditivada com torta de dendê pode ser elucidada pela maior concentração de lignina neste tratamento, levando a hipótese da proteção da hemicelulose pela lignina, dificultando a atuação das enzimas específicas na degradação dessas ao longo do período de ensilagem (Van Soest et al., 1994)

Os valores de hemicelulose de todas as silagens do co-produto de pupunha foram compatíveis com os preconizados por McDonald et al. (1991), para gramíneas, com variação entre 10 a 30% na MS.

Tabela 5 - Desdobramento da interação período de fermentação (PF) x tratamento para a hemicelulose das silagens do co-produto da pupunha

PF	Tratamentos*						Valor P	CV (%)
	1	2	3	4	5	6		
0	19,93	19,32	23,48	18,96	18,38	20,43	0,07802	6,79
1	18,59 ^b	17,56 ^b	25,43 ^a	19,78 ^b	16,70 ^b	18,37 ^b	0,01924	8,81
3	14,47	13,72	15,72	19,10	16,53	16,25	0,33115	13,83
5	16,83	13,46	17,50	17,48	15,10	15,56	0,09138	7,78
7	13,03	10,97	14,24	16,47	14,99	14,20	0,30455	15,15
14	13,18	10,29	13,63	15,64	11,46	12,56	0,03397	8,91
28	14,57 ^a	9,50 ^b	13,46 ^a	14,80 ^a	13,75 ^a	13,39 ^a	0,04440	9,54
56	13,47 ^c	10,82 ^c	14,91 ^b	16,83 ^a	12,44 ^c	12,23 ^c	0,00031	4,01

*Tratamentos: 1- silagem do co-produto *in natura*; 2- silagem do co-produto + 10% de raspa de mandioca, 3- silagem do co-produto + 10% de fubá de milho; 4- silagem do co-produto + 10% de torta de dendê; 5- silagem do co-produto + 1% de uréia e 6 – silagem do co-produto emurchecido.

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

Encontra-se na Figura 4 o comportamento dos teores de hemicelulose para os diferentes tratamentos das silagens do co-produto da pupunha em função do período de fermentação.

O comportamento dos teores de hemicelulose ao longo do período de fermentação ocorreu de forma cúbica para todos os tratamentos, verificando queda nas duas primeiras semanas e elevação na semana seguinte, entretanto o tratamento da silagem aditivada com torta de dendê apresentou declínio progressivo até o 28º dia de fermentação. Todavia todos os tratamentos até o último dia de ensilagem reduziram os teores de hemicelulose.

Segundo Hunt et al. (1993), a hemicelulose parece ser o principal substrato para a fermentação, após a utilização dos carboidratos solúveis, podendo haver degradação de 50% do total presente na matéria orgânica original. Assim a redução da hemicelulose pode ser explicada por sua hidrólise que segundo McDonald et al. (1991), é acarretada por diversos fatores tais como: atividade enzimática da hemicelulase presente na forragem e produzidas pelas bactérias e a hidrólise ácida por causa da presença de ácidos orgânicos produzidos durante o processo de fermentação. Henderson (1993) relata que proteínas, aminoácidos e ácidos orgânicos contribuem para a produção de ácidos, porém a fermentação da hemicelulose é a principal fonte adicional de substrato.

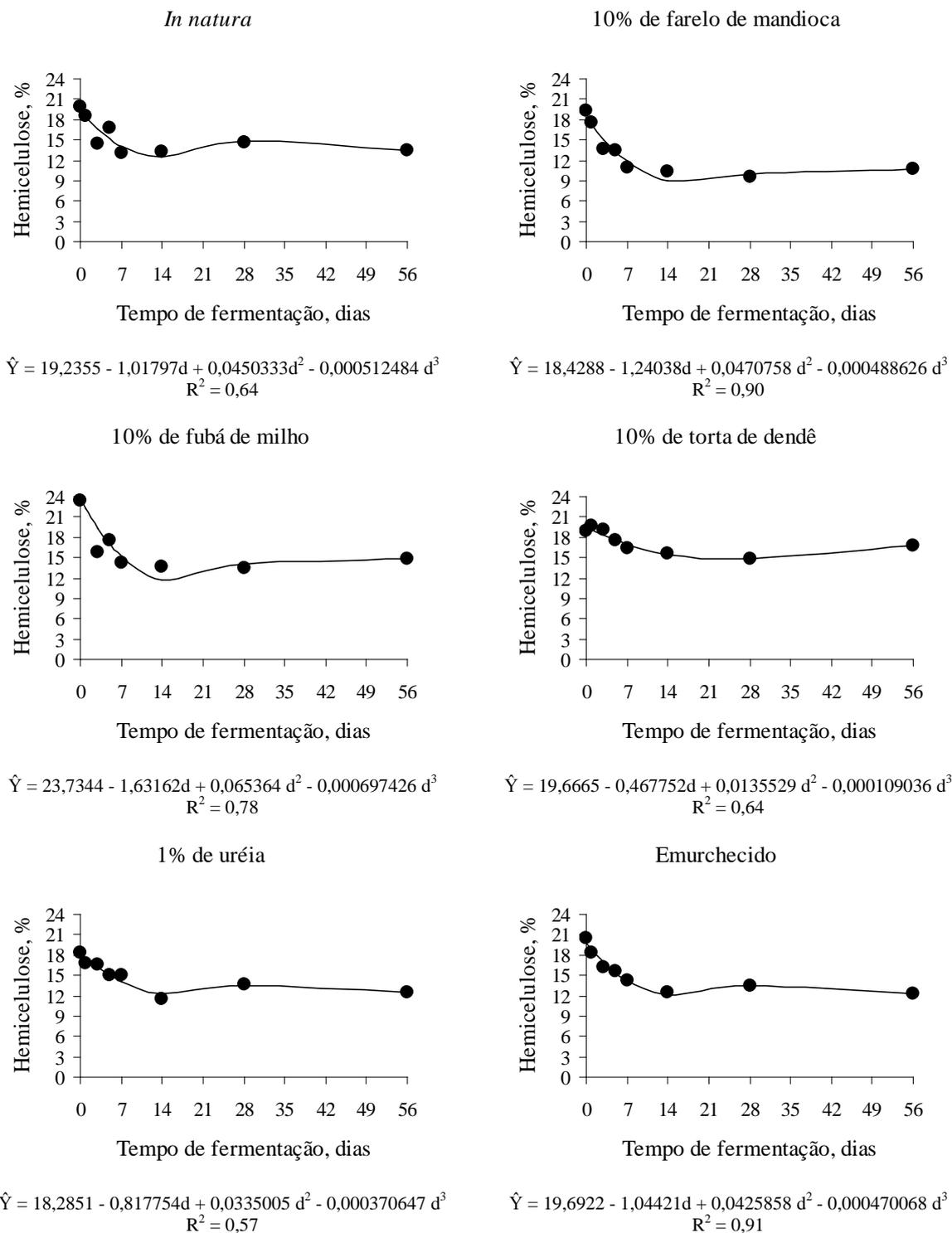


Figura 4 – Estimativas dos teores de hemicelulose das silagens: *in natura*, com aditivos e emurchecida do co-produto da pupunha, em função do período de fermentação em dias (d)

Avaliando o perfil de fermentação, químico e microbiológico de silagens de capim tanzânia e marandu aditivadas ou não com polpa cítrica peletizada, Coan (2005), observou que em todas as silagens, os teores de hemicelulose tiveram queda significativa durante o processo

de fermentação, precisamente nos primeiros 14 dias de fermentação culminando com o decréscimo mais gradativo do pH, nessas silagens. Entretanto Ferreira et al. (2007), observaram aumento da hemicelulose, com silagens de cana-de-açúcar *in natura* e tratadas com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático ensiladas até o 56º dia.

Como observado na Tabela 6, as equações de regressões que estimam o comportamento dos teores de hemicelulose em função do período de fermentação dos tratamentos *in natura* e emurhecido, não apresentaram diferença ($P > 0,05$), verificando-se aceitação de ambas as hipóteses de nulidade ($H_0: \beta_0 = 0$ e $H_0: \beta_1 = 0$), tendo assim uma equação comum: $Y = 19,4639 - 1,03108d + 0,0438093d^2 - 0,000491272d^3$ ($R^2 = 0,76$), para os dois tratamentos.

Tabela 6 - Significância do teste de hipótese $H_0: \theta = 0$ entre as equações de regressão para estimativa dos teores de hemicelulose nos tratamentos das silagens, em função do período de fermentação

Tratamentos	<i>In natura</i>	10% de farelo de mandioca	10% de fubá de milho	10% de torta de dendê	1% de uréia	Emurhecido
<i>In natura</i>	1,0000	0,0002	<0,0001	0,0205	0,0404	0,0710
10% de farelo de mandioca	0,0002	1,0000	<0,0001	<0,0001	0,0008	0,0004
10% de fubá de milho	<0,0001	<0,0001	1,0000	0,0220	0,0005	0,0023
10% de torta de dendê	0,0205	<0,0001	0,0220	1,0000	0,0004	0,0005
1% de uréia	0,0404	0,0008	0,0005	0,0004	1,0000	<0,0001
Emurhecido	0,0710	0,0004	0,0023	0,0005	<0,0001	1,0000

Na Tabela 7 podem ser visualizados os valores de N-NH₃. Apenas no 3º e 5º dias de fermentação não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos, quanto ao teor de N-NH₃.

A adição de farelo de mandioca elevou o teor de N-NH₃ em relação aos outros tratamentos no primeiro dia de fermentação. Os tratamentos com 10% de torta de dendê e 1% de uréia, respectivamente, apresentaram os menores teores de N-NH₃ nos dias 7, 14 e 28 com médias de 3,92; 3,94 e 4,21 para os respectivos dias de fermentação.

No último dia de fermentação, o tratamento com 10% de fubá de milho apresentou o maior valor na concentração de N-NH₃, 150% a mais em relação à média dos tratamentos que tiveram os menores valores nesse período.

Os valores de N-NH₃ em percentual do nitrogênio total obtidos para todas as silagens, com exceção da aditivada com fubá de milho, no final do período de fermentação (56º dia), estão abaixo da faixa de 8 e 11% relatada por Oshima e McDonald (1978), AFRC (1987) e Henderson (1993) para silagens consideradas de boa qualidade, demonstrando por tanto que essas tiveram uma baixa redução nos níveis de proteína verdadeira ao longo do processo fermentativo. Provavelmente um dos fatores que contribui para os baixos valores de N-NH₃ foi à velocidade e os valores baixos do pH ao longo do período de ensilagem, Leibensperger e Pitt

(1987) salientam que a rápida inibição da atividade proteolítica da planta e dos clostrídeos requer queda rápida do pH logo após a ensilagem. Vieira et al. (2004), mencionam que o pH próximo a quatro inibe a ação das bactérias do gênero *Clostridium*, que são responsáveis por parte das proteólises.

Apesar do seu alto teor de PB e baixo teor de MS em relação aos demais tratamentos, a silagem com 1% de uréia, apresentou valores baixos de N-NH₃ até o último dia de ensilagem. Uma possível explicação para este efeito seria a rapidez de redução do pH, reduzindo mais precocemente a atividade de urease (ANDRADE e MELOTTI, 2004).

Tabela 7 - Desdobramento da interação do período de fermentação (PF) x tratamento para N-NH₃ das silagens do co-produto da pupunha

PF	Tratamentos						Valor P	CV(%)
	1	2	3	4	5	6		
1	5,07 ^b	6,10 ^a	3,10 ^c	2,45 ^c	3,41 ^c	4,48 ^b	0,00023	7,95
3	6,26 ^a	8,07 ^a	4,91 ^a	3,10 ^a	3,66 ^a	5,88 ^a	0,00134	11,22
5	6,90 ^a	8,34 ^a	5,44 ^a	3,06 ^a	4,02 ^a	6,02 ^a	0,00032	8,61
7	7,42 ^a	8,22 ^a	6,50 ^a	3,48 ^b	4,36 ^b	6,54 ^a	0,00674	13,21
14	8,84 ^a	9,58 ^a	9,25 ^a	3,99 ^b	3,90 ^b	7,40 ^a	0,00123	11,61
28	8,94 ^a	10,02 ^a	11,22 ^a	4,21 ^c	4,21 ^c	7,05 ^b	0,00174	13,37
56	10,04 ^b	10,22 ^b	14,83 ^a	5,81 ^c	4,90 ^c	7,07 ^c	0,00003	6,97

*Tratamentos: 1- silagem do co-produto *in natura*; 2- silagem do co-produto + 10% de raspa de mandioca, 3- silagem do co-produto + 10% de fubá de milho; 4- silagem do co-produto + 10% de torta de dendê; 5- silagem do co-produto + 1% de uréia e 6 – silagem do co-produto emurchecido. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

O efeito do período de fermentação sobre a variação de N-NH₃ foi verificado para todos os tratamentos, cujos dados se ajustaram, ao modelo cúbico (Fig. 5). Sendo que em todos os tratamentos foi verificado aumento dos teores de N-NH₃ até o 56º dia de ensilagem em relação ao material original (dia 0).

Ao longo da fermentação ocorrem alterações na composição das frações nitrogenadas, reduzindo os níveis de proteína verdadeira e aumentando os níveis de aminoácidos livres ou produtos da quebra desses aminoácidos, incluindo amônia, CO₂ e aminas (OSHIMA e McDONALD, 1978).

Ávila et al. (2003), trabalhando com doses crescentes de diferentes aditivos (fubá de milho, farelo de trigo e polpa cítrica) na ensilagem de capim-tanzânia, notaram o efeito do tempo de abertura dos silos sobre os teores de N-NH₃, tendo aumento destes com o decorrer do processo de fermentação. Guimarães Júnior et al. (2005) determinando o perfil de fermentação de três genótipos de milheto também observaram aumento nos valores de nitrogênio amoniacal ao longo dos dias de abertura com comportamento cúbico de todos os tratamentos ao longo do tempo de fermentação.

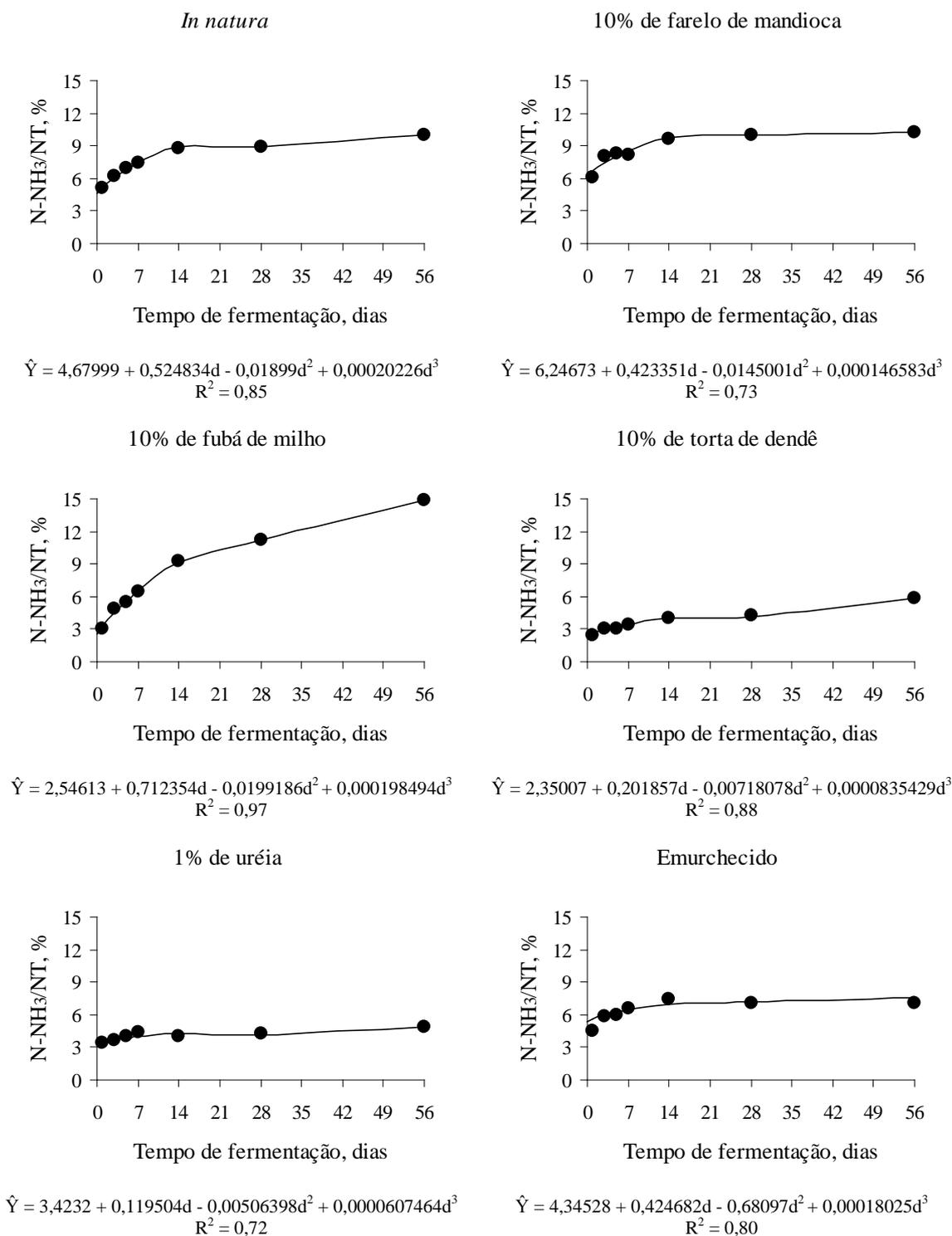


Figura 5 – Estimativas de N-NH₃ das silagens: *in natura*, com aditivos e emurchecida do co-produto da pupunha, em função do período de fermentação em dias (d)

Na Tabela 8 são apresentados os coeficientes de significância para o teste de nulidade entre as equações de regressão que estimam o comportamento das concentrações de N-NH₃ das silagens em função do dia de fermentação.

Tabela 8 - Significância do teste de hipótese $H_0: \theta = 0$ entre as equações de regressão para estimativa de $N-NH_3$ nos tratamentos das silagens: *in natura*, com aditivos e emurchecida do co-produto da pupunha, em função do período de fermentação

Tratamentos	<i>In natura</i>	10% de farelo de mandioca	10% de fubá de milho	10% de torta de dendê	1% de uréia	Emurchecido
<i>In natura</i>	1,0000	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0031
10% de farelo de mandioca	<0,0001	1,0000	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
10% de fubá de milho	<0,0001	<0,0001	1,0000	<0,0001	0,0002	0,0068
10% de torta de dendê	<0,0001	<0,0001	<0,0001	1,0000	0,0002	0,0002
1% de uréia	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0002	1,0000	<0,0001
Emurchecido	0,0031	<0,0001	0,0068	0,0002	<0,0001	1,0000

Todas as equações apresentarão diferença ($P < 0,05$), verificado a rejeição da hipótese de nulidade ($H_0: \beta_0 = 0$ e $H_0: \beta_1 = 0$), entre os tratamentos, assim, uma equação de um tratamento não é adequada para estimar o teor de $N-NH_3$ ao longo do período de fermentação de uma outra silagem.

Detectou-se interação ($P < 0,05$) entre o período de fermentação e tratamento sobre DIVMS (Tab. 9).

Tabela 9 - Desdobramento da interação período de fermentação (PF) x tratamento para a DIVMS das silagens do co-produto da pupunha

PF	Tratamentos*						Valor P	CV(%)
	1	2	3	4	5	6		
0	54,03	66,64	60,65	46,57	57,03	58,68	<0,0001	1,94
1	54,55	66,74	59,56	45,38	54,89	55,41	0,0010	3,86
3	51,58 ^b	60,38 ^a	61,29 ^a	46,17 ^c	52,52 ^b	51,58 ^b	0,0019	3,74
5	53,22 ^b	67,12 ^a	62,59 ^a	53,38 ^b	57,07 ^b	53,29 ^b	0,0015	3,36
7	52,8 ^c	66,42 ^a	60,57 ^b	51,20 ^c	49,11 ^c	52,14 ^c	0,0011	3,78
14	48,02 ^c	65,04 ^a	56,36 ^b	42,22 ^d	48,01 ^c	48,32 ^c	0,0001	2,91
28	48,04 ^b	65,08 ^a	54,42 ^b	48,60 ^b	48,81 ^b	51,10 ^b	0,0002	2,82
56	47,99	63,05	54,52	50,18	50,93	53,31	0,0422	5,98

*Tratamentos: 1- silagem do co-produto *in natura*; 2- silagem do co-produto + 10% de raspa de mandioca, 3- silagem do co-produto + 10% de fubá de milho; 4- silagem do co-produto + 10% de torta de dendê; 5- silagem do co-produto + 1% de uréia e 6 – silagem do co-produto emurchecido.

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

No terceiro dia de fermentação, registraram-se os maiores ($P < 0,05$) valores da DIVMS para os tratamentos com farelo de mandioca e fubá de milho (60,38 e 61,29% na MS, respectivamente), o menor valor ($P < 0,05$) foi do tratamento com torta de dendê (46,17% na MS). No quinto dia de fermentação os tratamentos com adição de farelo de mandioca ou fubá de milho foram superiores ($P < 0,05$) em relação aos demais tratamentos, que não diferiram entre si ($P > 0,05$). Ao 7º e 14º dias de fermentação os valores de DIVMS do tratamento com farelo de mandioca e fubá de milho foram maiores que os demais, entretanto o primeiro foi superior ($P < 0,05$) ao segundo nos respectivos dias. Ao 28º dia de fermentação

a silagem com farelo de mandioca apresentou o maior valor de DIVMS frente às demais silagens.

Os menores valores na DIVMS da silagem aditivada com torta de dendê nos 3° e 14° dia de abertura pode ser atribuído a menor DIVMS deste aditivo, decorrente do elevado teor de lignina, contrariamente da silagem aditivada com farelo de mandioca e fubá de milho que apresentou os maiores valores entre 3° e 28° dia, provavelmente em virtude da alta DIVMS desses aditivos (84,58 e 77,53%, respectivamente) frente aos demais tratamentos. Andrade e Melotti (2004) observaram uma tendência de aumento da DIVMS em ensilagens de capim-elefante, aditivadas com fubá de milho.

As estimativas da DIVMS tiveram efeito cúbico ($P < 0,05$) ao longo do período de fermentação em cinco dos seis tratamentos avaliados (Fig. 6). O tratamento com inclusão de torta de dendê na ensilagem, não apresentou equações ajustadas para estimativa da DIVMS ($P > 0,05$).

Após o final do período de fermentação, o tratamento com adição do farelo de mandioca, resultou em redução de 3,91% no valor da DIVMS do material ensilado em relação ao primeiro dia de fermentação. O tratamento *in natura* apresentou reduções nos valores de DIVMS até a quarta semana seguida de uma sutil estabilização até o último dia de fermentação.

A redução da DIVMS durante o processo fermentativo pode ter sido em decorrência da diminuição das concentrações de carboidratos solúveis da silagem *in natura* e das aditivadas com farelo de mandioca, fubá de milho e uréia até o último dia de ensilagem. Ávila et al. (2006) constataram que o conteúdo de carboidratos solúveis de silagem de capim-tanzânia aditivada com polpa cítrica, farelo de trigo e fubá de milho foi praticamente todo consumido durante o período de fermentação de 56 dias.

A silagem aditivada com 10% de farelo de mandioca, manteve valores de DIVMS ao longo do período de fermentação compatíveis aos valores de silagens tradicionais, tais como milho, sorgo e capim-elefante, que segundo Valadares Filho et al. (2006) apresentam 62,26, 51,16 e 65,85%, de DIVMS, respectivamente.

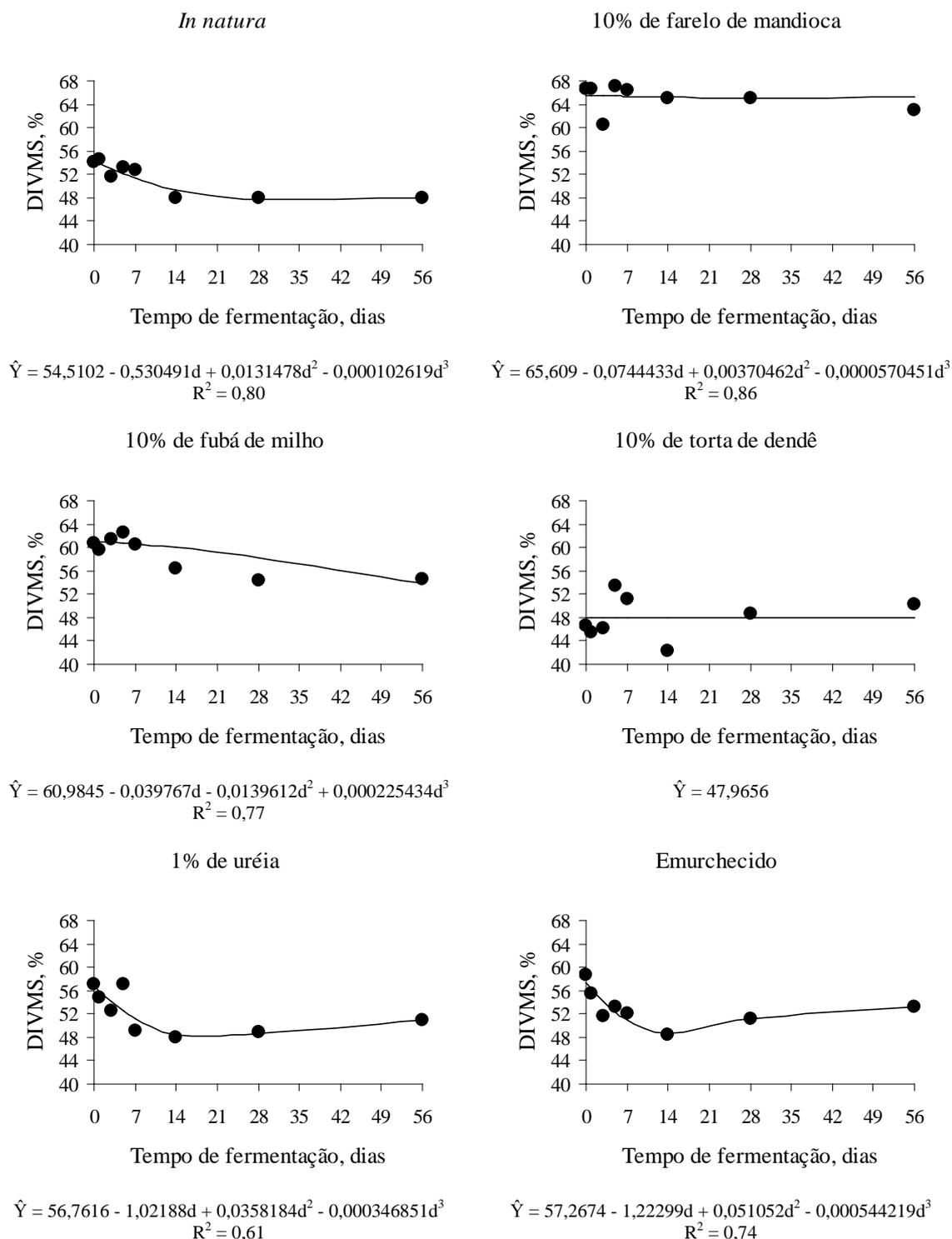


Figura 6 - Estimativas de DIVMS das silagens: *in natura*, com aditivos e emurchecida do co-produto da pupunha, em função do período de fermentação em dias (d)

Como observado na Tabela 10, as equações de regressões que estimam o comportamento da DIVMS em função do período de fermentação dos tratamentos *in natura* e com 1% de uréia, não apresentaram diferença ($P > 0,05$), verificando-se aceitação de ambas as hipóteses de nulidade ($H_0: \beta_0 = 0$ e $H_0: \beta_1 = 0$), apresentando uma equação comum: $Y =$

$55,63588 - 0,77618d + 0,02448d^2 - 0,00022473d^3$ ($R^2 = 0,63$), que estima uma redução de 11,08% na DIVMS ao longo de todo período de fermentação para ambos os tratamentos.

Tabela 10 - Significância do teste de hipótese $H_0: \theta = 0$ entre as equações de regressão para estimativa da DIVMS nos tratamentos das silagens: *in natura*, com aditivos e emurhecida do co-produto da pupunha, em função do período de fermentação

Tratamentos	In natura	10% de farelo de mandioca	10% de fubá de milho	1% de uréia	Emurhecido
<i>In natura</i>	1,0000	<0,0001	<0,0001	0,0730	0,0059
10% de farelo de mandioca	<0,0001	1,0000	<0,0001	<0,0001	<0,0001
10% de fubá de milho	<0,0001	<0,0001	1,0000	0,0005	0,0027
1% de uréia	0,0730	<0,0001	0,0005	1,0000	0,0337
Emurhecido	0,0059	<0,0001	0,0027	0,0337	1,0000

5 CONCLUSÕES

As silagens do co-produto da extração do palmito da pupunha apresentaram valores adequados de N-NH₃, pH e componentes fibrosos ao longo do período de fermentação.

Dentre os aditivos, a silagem com 10% do farelo de mandioca, foi o que mais se destacou, pois proporcionou melhorias em vários parâmetros nutritivos, tais como, MO, cinza, FDN, FDA, celulose, hemicelulose e DIVMS, com exceção do teor de proteína bruta, caracterizando-se assim como uma fonte alternativa de volumoso.

São necessários mais estudos envolvendo digestibilidade *in vivo*, e, sobretudo experimentos com consumo e desempenho animal para certificar a viabilidade de utilização da silagem do co-produto da pupunha na alimentação dos ruminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. Technical committee on responses to nutrients. Report n.2, Characterization of feedstuffs: nitrogen. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v.57, n.12, p.713-736, 1987.
- ALVES JÚNIOR, J.; HERNANDEZ, F. B. Irrigação na cultura da pupunha na produção de resíduos, objetivando seu uso na alimentação In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 21, 1999, Botucatu -SP. **Anais...** Botucatu: FMVZ, 1999. p.193.
- AMARAL, R. C.; BERNADES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-Marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.36, n.3, p.532-539, 2007.
- ANDADRE, J. B. de; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim-Elefante. I. Composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v.33, n.11, p.1859-1872, 1998.
- ANDRADE, S. J. T.; MELOTTI, L. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-Elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpurem*, Schum). **Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science**, v.41, p.409-415, 2004.
- ANTONIO, S. D.; GONÇALVES, M. B. F.; SANCHEZ, L. M. B.; BACKES, A. A.; SILVA, L. F. Modificações na técnica de digestibilidade in vitro para avaliar forragens de baixa qualidade. **Ciência Rural**, v.28, n.4, p.671-676, 1998.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 13.ed. Washington: AOAC, 1980, 1015p.
- ÁVILA, C. L. S.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; MORAIS, A. R.; FIGUEIREDO, H. C. P.; TAVARES, V. B.; SANTOS, I. P. Perfil de fermentação das silagens de capim-Tanzânia com aditivos – teores de nitrogênio amoniacal e pH. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.5, p.1144-1151, 2003.
- ÁVILA, C. L. S.; PINTO, J. C.; TAVARES, V. B.; SANTOS, I. P. A. Avaliação dos conteúdos de carboidratos solúveis do capim-Tanzânia ensilado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v.35, n.3, p.648-654, 2006.
- BARBOSA, A. M. M. Pupunha (*Bactris gasipaes*) In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE PALMITO: FURIA, L. R. E. (Ed.) Piracicaba: CALQ, 1993. p.8-11.
- BERGAMASCHINE, A. F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W. V.; ISEPON, O. J.; CORREA, L.; A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-Elefante (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v.35, n.4, p. 1454-1462, 2006.
- BOVI, M.L.A. Palmito pupunha informações básicas para cultivo, Campinas, IAC –, 1998, 50 p. (**Boletim Técnico 173**).
- BRITO, A.F., GONÇALVES, L. C., RODRIGUES, J. A. S., ROCHA JÚNIOR, V. R., RODRIGUEZ, N. M., BORGES, I. Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench)]. II. Padrão de fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte - MG, v. 52, n. 5 p. 491-497, 2000.
- CALDAS NETO, S.F; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F. et al. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v.29, n.6 (sup.1), p.2099-2108, 2000.

- CAMARGO, M. S. **Utilização de glifosato na produção de silagem emurhecida de *Brachiaria brizantha*, stapf. cv. Xaraés.** 2006, 102p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- CAMPOS, F. P.; BOSE, M. L. V.; BOIN, C.; LANNA, D. P. D.; MORAIS, J. P. G. Comparação do Sistema de Monitoramento Computadorizado de Digestão *In Vitro* e *In Situ*. 2. Uso do Resíduo da Matéria Seca de Forragens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n. 2, p.531-536, 2000.
- CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; FERREIRA, A. C. H. Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1489-1494, 2007. (Suplemento)
- CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D. J. R. Assessing silage quality. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Eds.). **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA. 2003. p. 141-198.
- CHURCH, D. C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Prentice Hall: New Jersey, 1988. 564p.
- COAN, R. M. **Avaliação da polpa cítrica peletizada como aditivo na ensilagem dos capins Tanzânia e Marandu.** 2005. 205p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. L. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Livroceres: Piracicaba, 1979. 380p.
- COSTA NETO, P. Q. **Isolamento e identificação de fungos endofíticos da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) e caracterização por marcadores moleculares.** 2002. 73p. Dissertação (Mestrado em Genética) - Centro de Ciências Biológica e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos, Manaus, 2002.
- COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G. ; BERTO, D. A. ; ALMEIDA JÚNIOR, G. A.; LOPES, A. B. R. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá : FUEM, 2001. v. 1. p. 87-126.
- FARIA, D. J. G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; FONSECA, D. M.; MELLO, R.; RIGUEIRA, J. P. S. Composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante com níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v.36, n.2, p.301-308, 2007.
- FERRARI JUNIOR, E.; LAVEZZO, W. Silagem de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 30, n. 5, p. 1424-1431, 2001.
- FERREIRA, D. A.; GONÇALVES, L. C.; MOLINA, L. R.; CASTRO NETO, A. G.; TOMICH, T. R. Características de fermentação da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte – MG, v.59, n.2, p.423-433, 2007.
- GUIM, A.; PIMENTA FILHO, E. C.; SOUSA, M. F.; SILVA, M. M. C. Padrão de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de Jitirana Lisa (*Ipomoea glabra* Choisy) e Jitirana Peluda (*Jacquemontia asarifolia* L. B. Smith) fresca e emurhecidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2214-2223, 2004 (Suplemento 3)
- GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; JAYME, D. G.; PIRES, D. A. A.; BORGES, A. L. C. C.; RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S.; BORGES, I. Matéria seca, proteína bruta, nitrogênio amoniacal e pH das silagens de três genótipos de milho [*Pennisetum glaucum* (L). R. BR.] em diferentes períodos de fermentação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.251-258, 2005.

- HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, p.35-56, 1993.
- HUNT, C. W.; KEZAR, W.; HINMAN, D. D.; COMES, J. J.; LOESCHE, J. A.; MOEN, T.9 Effects of hybrid and ensiling with and without a microbial inoculant on the nutritional characteristics of whole-plant corn. **Journal Animal Science**, v.71, p.38-43, 1993.
- KUNG JUNIOR, L.; STOKES, M. R.; LIN, C. J. Silage additives. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Eds.). **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA. 2003. p. 251-304.
- JONES, R.; JONES, D.I.H. The effect of in-silo effluent absorbents on effluent production and silage quality. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.64, p.173-186, 1996.
- LAVEZZO, W.; ANDRADE, J. B. Conservação de forragens: feno e silagem. In: SIMPÓSIO BASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: CNBA, 1998. p. 105-166.
- LEIBENSPERGER, R. Y.; PITT, R. E. A model of clostridial dominance in ensilage. **Grass Forage Science**, v.42, n.1, p.297-304, 1987.
- LIMA, J. A.; EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; SIQUEIRA, G. R.; SANTANA, R. A. V. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com uréia ou farelo de soja. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.
- LOPES, J. **Qualidade de silagens de cana-de-açúcar elaboradas com diferentes aditivos**. 2006. 98 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- LOPES, J.; EVANGELISTA, A. R.; ROCHA, G. P. Valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar acrescida de uréia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v.36, n.4, p.1155-1161, 2007.
- LOURES, D. R. S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; SOUZA, A. L. Característica do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-Elefante sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1851-1858, 2003. (Suplemento 2)
- MAYER, D. G., STUAT, M. A.; SWAIN, A. J. Regression of real-world data on model output: An appropriate overall test of validity. **Agricultural Systems**, v.45, p.93-104, 1994.
- McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: Ed. John Wiley & Sons Ltda, 1981. 207p.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Pub, 1991. 340p.
- MEDEIROS, L. M.; BERGAMASCHINE, A. F.; VALÉRIO FILHO, W. V. Subproduto da extração do palmito pupunha (*Bactris gasipae*) na alimentação de bovinos confinados. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 22, 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FMVZ, 1999. p. 264.
- MERTENS, D. R. Fiber analysis and its use in dairy rations. In: Annual pacific northwest animal nutrition conference, 24, 1989, Idaho. **Proceedings...**, Cornell, 1988. p. 150-161.
- MILLER, W. J.; CLIFTON, C. M.; FOWLER, P. R.; CAMERON, N. W. Ensiling characteristics of tift sudan grass and coastal bermudagrass. **Journal Dairy Science**, v. 49, n.5, p.477-485, 1966.
- MOLINA, L. R.; FERREIRA, D. A.; GONÇALVES, L. C.; CASTRO NETO, A. G.; RODRIGUES, N. M. Padrão de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Sacharum*

officinarum L.) submetida a diferentes tratamentos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v.71, p. 2992-3002, 1988.

NEVES, E. J. M.; SANTOS, A. F.; LAVORANTI, O. J.; MARTINS, E. G. Produção de palmito de pupunheira (*Bactris gasipaes*) sob diferentes densidades de plantio. **Bol. Pesq. Fl.**, Colombo, n. 51, p.57-73, 2005.

OSHIMA, M.; McDONALD, P. A review of changes in nitrogenous compounds in herbage during ensiling. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.29, n.6, p.497-505, 1978.

PAIVA, J. A. J.; GARCIA R.; QUEIROZ, A. C.; REGAZZI, A. J. Efeitos do níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre os teores de compostos nitrogenados e retenção de nitrogênio na palha de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v.24, n.5, p.672-682, 1995.

PEREIRA, L. G. R.; FERREIRA, A. L.; BARREIRO, D. C.; OLIVEIRA, L. S.; DÓREA, J. R. R.; FRANCO, A.; SILVA, C. F. P. G. da; ALMEIDA, F. M. de; AZEVÊDO, J. A. G.; FIGUEIREDO, M. P. de. Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal in vitro da entrecasca e fruto da pupunha. In: 43º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2006. v.1. p.1-4.

RAMOS, A. **Análise do desenvolvimento vegetativo e produtivo da palmeira pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) sob níveis de irrigação e adubação nitrogenada.** 2002. 126 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

RIBEIRO, J. L. **Silagens de capim Tanzânia e Marandu avaliadas quanto às perdas de conservação, perfil de fermentação, valor nutritivo, desempenho de animais, na presença de aditivos químicos, microbianos e fontes absorventes de umidade.** 2007. 262 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

ROCHA, K. D.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. P.; PACHECO, L. B. B.; CHIZZOTTI, F. H. M. Valor nutritivo de silagens de milho (*Zea mays* L.) produzidas com inoculantes enzimo-bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.389-395, 2006.

ROCHA JUNIOR, V. R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; BRITO, A. F.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N. M. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. III- Valor nutricional. Arquivo **Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte – MG, v.52, n.6, p.627-633, 2000.

RODRIGUES NETO, A. J.; BERGAMASCHINE, A. F.; ISEPON, O. J.; ALVES, J.B.; FERNANDEZ, F. B. T.; MACEDO, M. P. Efeito de aditivos no valor nutritivo de silagens feitas com sub-produto da extração do palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.30, n.4, p.1367-1375, 2001.

ROMBOLA, L. G.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MORO, J. R.; GONZAGA NETO, S.; MARQUES, C. A. T. Digestibilidade in vivo dos subprodutos da industrialização do palmito pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) em ovinos deslanados. In: 40ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2003. CD-ROM.

SAEG 9.0. **Sistema para Análises Estatísticas-SAEG.** Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2005. Cd Rom. Versão 9.0.

SENGER, C. C. D.; MÜHLBACH, P. R. F. ; SANCHEZ, L. M. B.; PEREZ NETTO, D.; LIMA, L. D. Composição química e digestibilidade “in vitro” de silagens de milho com

distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 35, n. 6, p. 1393-1399, 2005.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SILVA, J. M. N. **Desenvolvimento de microrganismo e valor nutritivo de silagem de capim-Tifton 85**. 88p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciência Agrária e Veterinária, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2002.

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

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

TOMICH, T. R.; RODRIGUES, J. A. S.; TOMICH, R. G. P.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte - MG, v. 56, n. 2, p. 258-263, 2004.

TOSI, P.; MATTOS, W. R. S.; TOSI, H.; JOBIM, C. C.; LAVEZZO, W. Avaliação do capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Taiwan A-148, ensilado com diferentes técnicas de redução de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.28, n.5, p. 947-954, 1999.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. 2. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica LTDA, 2006. 329 p.

VAN ONSELEN, V.J.V.; LOPEZ, J. Efeito da adição de fontes de carboidratos e de um produto enzimático comercial na composição químico-bromatológica da silagem de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.17, n.5, p.421-427, 1988.

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

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.

VELHO, J. P.; MUHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; VELHO, I. M. P. H.; GENRO, T. C. M.; KESSLER, J. D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.36, n.5, p.1532-1538, 2007.

VIEIRA, F. A. P.; BORGES, T.; STEHLING, C. A. V. et al. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 56, n. 6, p. 764-772, 2004.

VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. In: Simpósio sobre aditivos na produção de ruminantes e não ruminantes, reunião da sociedade brasileira de zootecnia, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108.

VILELA, D.; SILVA, J. F. C.; GOMIDE, J. A.; CASTRO, A. C. G. Digestibilidade aparente dos nutrientes das silagens de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) com diferentes teores de matéria seca e níveis de uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.19, n.3, p.162-180, 1990.

WAN ZAHARI, M., ALIMON, A. R. Use of palm kernel cake and oil palm by products in compound feed. **Palm Oil Developments**, v. 8, n. 40, p. 5-9, 2004.

WEINBERG, Z.G., ASHBELL, Engineering aspects of ensiling. **Biochemical Engineering Journal**, v.13, p. 181-188, 2002.

WILSON, R. F.; WILKINS, R. J. The ensilage of autumn-sown rye. **Journal of British Grassland Society**. v.27, p.35-41, 1972.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984, 305p.