

**CÍNTIA RAFAELA DE LIMA COSTA**

**EFEITO DA ENSILAGEM SOBRE A CINÉTICA DE  
DEGRADAÇÃO DE CLONES DE CAPIM-ELEFANTE**

*(Pennisetum sp.)*

RECIFE – PE

2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**EFEITO DA ENSILAGEM SOBRE A CINÉTICA DE  
DEGRADAÇÃO DE CLONES DE CAPIM-ELEFANTE**

***(Pennisetum sp.)***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPGZ), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia (Área de Concentração em Nutrição de Ruminantes).

**Orientadora:** Dr<sup>a</sup> Adriana Guim

**Conselheiros:** Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello

Dr<sup>a</sup> Ângela Maria Vieira Batista

**Recife – PE**

**Fevereiro, 2011**

## FICHA CATALOGRÁFICA

C837e Costa, Cíntia Rafaela de Lima  
Efeito da ensilagem sobre a cinética de degradação de clones de capim-elefante (*Pennisetum* sp.) / Cíntia Rafaela de Lima Costa. -- 2011.  
52 f. : il.

Orientadora: Adriana Guim .  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, 2011.  
Referências.

1. Silagem 2. Digestibilidade em situ 3. Fermentação  
4. Nutrição animal I. Guim, Adriana, Orientador II. Título

CDD 636.0852

Efeito da ensilagem sobre a cinética de degradação de clones de capim-  
elefante (*Pennisetum* sp.)

CÍNTIA RAFAELA DE LIMA COSTA

Dissertação defendida em 15 de Fevereiro de 2011 e aprovada pela Banca Examinadora:

Orientadora:

---

Prof<sup>a</sup> Adriana Guim, D.Sc - UFRPE

Examinadores:

---

Prof<sup>a</sup> Ângela Maria Vieira Batista, Dr<sup>a</sup> - UFRPE

---

Prof<sup>o</sup> Evaristo Jorge Oliveira de Souza, Dr. - UAST

---

Prof<sup>o</sup> Mário de Andrade Lira, PhD - IPA

Recife - PE

Fevereiro, 2011

## **BIOGRAFIA**

*Cíntia Rafaela de Lima Costa*, filha de Antônio José da Costa e Lindinalva Maria de Lima Costa, nasceu em 17 de maio de 1986, no município de Vitória de Santo Antão, no estado de Pernambuco, local onde estudou até o ensino médio, concluindo concomitantemente o curso Técnico em Agropecuária, em 2003, na Escola Agrotécnica Federal de Vitória, cujo local despertou seu interesse pela Zootecnia. Em 2004, iniciou o curso de Graduação em Zootecnia, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e o concluiu em 2008. Foi bolsista de iniciação científica CNPq e FACEPE, totalizando dois anos e meio e desenvolveu trabalhos de pesquisa com avaliação e utilização de plantas forrageiras na alimentação de pequenos ruminantes. Nesta mesma instituição concluiu o Curso de Licenciatura em Ciências Agrícolas, em Fevereiro de 2010, onde desenvolveu atividades socioeducativas e de extensão rural em instituições formais e não formais. Em março de 2009, ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, na área de concentração em Nutrição Animal, concluindo o mestrado em Fevereiro de 2011.

*Aos meus pais,*

*Antônio José da Costa e Lindinalva Maria de Lima Costa,*

*Obrigada pelo amor, cuidado, compreensão e incentivo para meu crescimento.*

*Amo vocês!*

*À Minha avó,*

*Maria Eunice da Costa (in memoriam), por sempre me incentivar nos estudos.*

*Ao meu irmão,*

*Antônio Carlos de Lima Costa*

*Obrigada pelo companheirismo, amizade, carinho e incentivo durante minhas escolhas.*

*DEDICO*

*“Somente aqueles que arriscam*

*Ir mais longe sabem o quão*

*Longe alguém pode ir.”*

*T. S. Elliot*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por essa força maior e infinita que me fortalece para continuar sempre e alcançar meus objetivos.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela geração de conhecimentos aqui obtidos.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de vivenciar mais uma etapa profissional.

À professora Adriana Guim, pela orientação concedida durante alguns anos, por sua paciência e dedicação, sendo um exemplo de profissional com quem aprendi muito.

Ao professor Alexandre Mello, por suas contribuições para o trabalho.

À professora Ângela Batista, pela participação na banca examinadora e contribuições à melhoria do trabalho.

Ao professor Mário Lira, por suas contribuições ao trabalho.

Ao professor Evaristo, por sempre me ajudar nos momentos imprescindíveis e a suas contribuições.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia, pela contribuição com seus ensinamentos.

Aos alunos de graduação que auxiliaram em diversas etapas deste trabalho, em especial a Karen, Nathália, Carol, Gabriel, Thalyta, Alessandra e Dayse.

Aos colegas da Pós-graduação, pelo auxílio, companheirismo e disposição, em especial a Marcelo, Valéria, Nataly, Paulo, Ricardo, Christina, Rerisson, Bruno, Hiran, Alenice, Marismênia e Daniel.

Aos que fazem o Laboratório de Química Vegetal, que permitiu a realização de moagem e determinação de nitrogênio; aos professores Egídio e Levy, aos técnicos de laboratório Júlio, Narciso e Wellington e a bióloga Lindomar.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco- IPA, pela parceria com a UFRPE.



À Fundação de Amparo e Pesquisa – FACEPE, pela bolsa de estudos concedida durante o período do mestrado.

Ao funcionário Wagner, pela sua atenção e dedicação conosco.

A todos e todas que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
Ensilagem.....	11
Capim-elefante.....	13
Técnicas de avaliação de alimentos.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	24
INTRODUÇÃO.....	25
MATERIAL E MÉTODOS.....	26
Confecção das silagens.....	27
Composição química.....	27
Degradação ruminal.....	29
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
Composição química.....	30
Degradação ruminal.....	31
CONCLUSÕES.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química de clones de <i>Pennisetum</i> sp, cultivados em Itambé –PE.....	32
Tabela 2. Composição química das silagens de clones de <i>Pennisetum</i> sp, cultivados em Itambé –PE.....	32
Tabela 3. Desaparecimento médio da matéria seca e fibra de detergente neutro de clones de <i>Pennisetum</i> sp <i>in natura</i> e ensilado, em diferentes tempos de incubação no rúmen de ovinos.....	37
Tabela 4. Desaparecimento médio da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) da interação de clones de <i>Pennisetum</i> sp. e ao longo dos tempos de incubação no rúmen de ovinos.....	39
Tabela 5. Desaparecimento médio da matéria seca de clones de <i>Pennisetum</i> sp. <i>in natura</i> e ensilados, ao longo do tempo de incubação no rúmen de ovinos.....	40
Tabela 6. Frações solúveis (a), potencialmente degradável (b), e taxa de degradação de b (c) e degradabilidade potencial (DP) da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) dos clones de <i>Pennisetum</i> sp <i>in natura</i> e na forma de silagem.....	43
Tabela 7. Degradabilidades efetiva (DE) e potencial (DP) e da fração não degradável (ND) da matéria seca (MS) dos clones e silagens de <i>Pennisetum</i> sp.....	45
Tabela 8. Valores médios das degradabilidades efetiva (DE) e potencial (DP) e da fração não degradável (ND) da fibra em detergente neutro (FDN) dos clones de <i>Penisetum</i> sp <i>in natura</i> e ensilados.....	47

## REFERENCIAL TEÓRICO

### *Ensilagem*

O planejamento alimentar no sistema de produção constitui um dos fatores essenciais para o sucesso da exploração pecuária porque perfaz boa parte dos custos de produção. Os ruminantes têm como característica fisiológica positiva aproveitar alimentos volumosos transformando-os em produtos nobres, como o leite e a carne. A maior parte dos alimentos consumidos pelos ruminantes é constituída de forragens, o que contribui para minimizar os custos produtivos com alimentos concentrados.

A produção de forragens no Brasil atravessa anualmente períodos desfavoráveis, pois em determinada época do ano ocorre menor disponibilidade de alimento, principalmente pelas condições edafoclimáticas particulares de cada região. O que conseqüentemente submete os rebanhos a restrições alimentares forçadas, principalmente de volumosos, por longos períodos, comprometendo a produção de leite e carne, resultando na elevação dos preços dos produtos e subprodutos de origem animal para o consumidor (Braga et al, 2001).

O aproveitamento do excedente de forragens na época chuvosa pode proporcionar a manutenção e produção dos rebanhos e, conseqüentemente, atender a demanda dos produtos de origem animal. Teixeira et al. (2008) destacam a importância da ensilagem de plantas forrageiras como alternativa tecnológica de conservação dos nutrientes, que pode ser empregada na alimentação de ruminantes, evitando perdas na produção. Entre as forrageiras tropicais com potencial para produção de silagem, o capim-elefante destaca-se por sua elevada produção de matéria seca, com mais de 80 toneladas MS/ha/ano (Vilela, 1990). Por outro lado, Vilela (2005) observou produtividade de 20 a 35 toneladas de MS/ha/ano sob corte.

Segundo Tosi et al. (1995), a umidade da forragem para ensilagem é ponto determinante em sua qualidade, constituindo uma relação entre qualidade e quantidade da mesma, pois o teor de umidade muito elevado - mais de 85% - favorece o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*, enterobactérias, listeria (indesejáveis para uma boa fermentação), resultando em silagem de baixa qualidade. McCullough (1977) considera os teores de matéria seca ideais entre 28 e 34% para que ocorra a fermentação láctica, além da menor formação de ácido butírico.

Os carboidratos solúveis das plantas forrageiras para realização da ensilagem é fundamental para que os processos fermentativos se desenvolvam de forma eficiente (Vilela 1997), pois são os principais substratos para bactérias ácido-láticas para produção de ácidos, que reduz o pH e conserva o material ensilado (Bolsen, 1995). Os principais carboidratos solúveis presentes em culturas forrageiras são frutose, glicose, sacarose e frutanas, observando-se que sacarose e frutanas são rapidamente hidrolisados a seus monômeros no momento da colheita (Woolford, 1984)

A capacidade tampão de uma forragem consiste em sua capacidade de resistir às variações de pH. A maior parte das propriedades tamponantes das forragens pode ser atribuída aos ânions (sais ácidos orgânicos, ortofosfatos, sulfatos, nitratos e cloretos), com somente 10 a 20% resultantes da ação de proteínas vegetais. Quantitativamente, os ácidos mais importantes que ocorrem em gramíneas são o málico, o cítrico e o quinico, destacando-se o ácido oxálico como o mais importante para as gramíneas tropicais (McDonald et al., 1991). A razão entre carboidratos solúveis e poder tampão é fundamental no processo da ensilagem.

Na ensilagem, a preservação dos nutrientes decorre da fermentação pelos lactobacilos ou outras bactérias produtoras de ácido láctico. Para que esses microrganismos obtenham ação efetiva são necessárias quatro condições: material

fermentescível para permitir o crescimento bacteriano; ausência de O<sub>2</sub> no material, para favorecer o crescimento de lactobacilos anaeróbicos; número suficiente de lactobacilos para que sejam rapidamente dominantes sobre outras espécies microbianas; e baixa umidade para evitar que os ácidos produzidos se diluam favorecendo uma fermentação butírica (Bughardi et al., 1980).

Um dos grandes entraves para o uso da silagem é o seu manejo depois de aberto o silo, pois ao ser exposta ao oxigênio ela se torna susceptível a microrganismos indesejáveis. Bernardes et al. (2005) destaca que a deterioração aeróbia representa um fenômeno resultante da penetração de ar no silo, constituindo um dos principais dificuldades no processo de produção de silagens. O oxigênio pode penetrar na massa mesmo quando o silo se encontra fechado, mas, sobretudo, durante a fase de desabastecimento e fornecimento da silagem aos animais.

### ***Capim-elefante***

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é originário da África Tropical, integrante da família *Poaceae*, foi introduzido no Brasil por volta de 1920, por meio de mudas provenientes de Cuba (Daher et al., 2002) e descoberto pelo coronel Napier em 1905. É caracterizado como uma gramínea perene de alta importância forrageira, cujas características morfológicas apresentam variações fenotípicas, de hábito de crescimento cespitoso, rizomatoso, colmos eretos, cilíndricos e cheios.

Atualmente está difundido por todo o Brasil, com cultivo em todas as regiões. Segundo Tosi et al. (1995), o capim-elefante pode ser utilizado em pastejo direto e capineiras, para produção de silagem e fenos, dependendo do cultivar mais adequado para cada fim e região. Há mais de 140 espécies oriundas do gênero *Pennisetum*, incluindo forrageiras cultivadas. Embora exista um número relativamente grande de

cultivares, os principais são: Mineiro, Napier, Cameroon, Taiwan, Roxo de Botucatu, Mott, Pioneiro e Paraíso (Pereira et al, 2010). O capim de porte baixo ou anão apresenta potencial para utilização por animais, como ovinos, devido à maior facilidade de apreensão de forragem (Silva, 2007). Constituem cultivares mais adaptados ao pastejo em função do menor comprimento dos entrenós. As plantas desse grupo apresentam porte baixo (1,5 m) e elevada relação lâmina:colmo.

O capim-elefante de porte alto apresenta crescimento contínuo com o avançar da idade, chegando a produzir plantas com mais de 3 metros de altura. Quando usado em pastejo, o seu hábito de crescimento pode limitar sua utilização devido ao rápido alongamento e amadurecimento do caule, chegando muitas vezes a alturas fora do alcance dos animais (Veiga, 1994).

Lavezzo (1985) indica o corte do capim-elefante em torno de 50 a 60 dias para ensilagem. Porém, nesta época o teor de matéria seca é de 15 a 20%, que limita sua utilização na ensilagem. Altos teores de umidade, baixos teores de carboidratos solúveis e elevado poder tampão influenciam negativamente no processo fermentativo, impedindo que haja um rápido decréscimo do pH e propicia a ocorrência de fermentações secundárias que depreciam a qualidade da silagem. Valores de matéria seca superior a 35% dificultam a compactação, o que leva a acúmulo de oxigênio na massa ensilada e, assim, maiores perdas (McDonald et al., 1991).

Algumas práticas utilizadas para elevar o teor de matéria seca do capim a aproximadamente 30% são o emurchecimento e a utilização de aditivos com baixa umidade. Este teor de matéria seca, quando associado ao adequado teor de carboidrato solúvel garante fermentação láctica satisfatória (Balsalobre et al., 2001).

No caso da silagem, o emurchecimento, embora recomendável, eleva seu custo. Vilela e Villaça (1998) concluíram que a secagem artificial do capim-elefante é um

processo inviável em termos de balanço energético. Já a colheita da planta mais velha quando atinge o teor de massa seca ideal para ensilar resulta em redução da qualidade nutricional da silagem. Assim, uma alternativa é buscar capins com maiores teores de matéria seca para produção de silagem adequada.

Jones e Harris (1980) verificaram que a eficiência com que a planta perde água após seu corte no campo depende de fatores fisiológicos, morfológicos e ambientais. Contudo, segundo esses autores, o microclima criado entre a planta cortada e o solo é desfavorável à evaporação, durante a secagem, tornando-se importante equilíbrio entre a umidade da planta e a umidade relativa do ar, à medida que se reduz o teor de umidade da planta.

O Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) e a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) iniciaram, na década de 60, um programa de melhoramento genético do capim-elefante e de seus híbridos com milho, visando a obtenção de materiais superiores aos utilizados tradicionalmente na Zona da Mata pernambucana. A coleção já existente foi ampliada, através da introdução de novos clones e avaliada sob corte e pastejo, correspondente às fases 1, 2 e 3, segundo o esquema de melhoramento proposto por Valle e Souza (1995). Na primeira fase deste esquema um grande número de genótipos foi avaliado sob corte para alguns caracteres morfofisiológicos, produtivos e bromatológicos (Mello et al., 2002; Barreto et al., 2001). Posteriormente, os genótipos selecionados na primeira fase foram reavaliados sob corte, porém com a presença de animais em pastejo (Freitas et al., 2004) que correspondeu à segunda fase do referido esquema de melhoramento. Na terceira fase, não apenas os genótipos avaliados na fase anterior foram avaliados sob pastejo, mas também o desempenho animal (Nunes, 2006; Cunha et al., 2007).



A seleção de clones de *Pennisetum* sp. com teor de matéria seca acima de 30%, associada a análises para determinação de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e padrões de fermentação das silagens, pode ser mais uma alternativa na viabilização do uso desta gramínea na forma de silagem (Silva et al., 2007).

Dentre os capins mais promissores selecionados pelo IPA, o IRI 381 se caracteriza por apresentar porte alto, com folhas compridas e largas, colmo de diâmetro intermediário e predominância de perfilhos aéreos (IPA, 2009), sendo obtido através de mudas provenientes IRI (IBEC *Research Institute*).

A existência de variabilidade para teor de MS em *Pennisetum* sp foi observada por Silva et al. (2004), mostrando o potencial de seleção para genótipos com teor de MS adequado para ensilagem (Silva et al., 2005).

No caso da silagem, o uso do emurchecimento, embora recomendável, eleva o custo da ensilagem, dificulta a colheita da forragem, aumenta a perda de nutrientes no campo e a eficiência de compactação, não havendo eliminação total do ar na ensilagem. De outra forma, o uso da planta mais velha, quando essa atinge o teor de MS ideal, resulta na redução da qualidade nutricional da silagem. Assim, o estudo e avaliação de clones com maiores teores de matéria seca para produção de ensilagem constituem uma alternativa de manejo para conservar alimentos e melhor planejar a alimentação animal, visando minimizar custos.

### ***Técnicas de avaliação de alimentos***

Outro fator importante ao se avaliar alimentos bem como a relação com o animal é sua digestibilidade. Dentre as técnicas utilizadas, destacam-se as digestibilidades *in vivo*, *in vitro* e *in situ*.

A estimativa da digestibilidade *in vivo*, ou seja, pelo método convencional, é a

medida que apresenta o maior grau de confiança. Contudo, é um processo demorado e oneroso, que não permite a avaliação simultânea de um grande número de alimentos. Além do mais, exige um número mínimo de animais por alimento avaliado e grande quantidade de alimento.

Pesquisadores avaliaram e continuam avaliando uma maneira de reproduzir em laboratório o que acontece com o alimento no trato digestivo do animal, com o objetivo de determinar a digestibilidade dos alimentos.

A digestibilidade *in vitro* consiste em deixar amostras de alimentos em contato com o líquido ruminal; no interior de tubo de ensaio se tenta reproduzir as condições predominantes no rúmen-retículo (presença de microorganismos, anaerobiose, temperatura de 39°C, poder tampão e pH de 6,9). A técnica foi descrita por Tilley e Terry (1963) e alguns laboratórios introduziram modificações à sua utilização. A incubação em meio de cultura apresenta os inconvenientes de se eliminar a população microbiana aderida à partícula no processo de filtração do material, inviabilizar microorganismos sensíveis quando retirados do ambiente ruminal e apresentar grande número de etapas e análise para sua execução (Van Soest, 1994).

A degradabilidade *in situ* é uma técnica desenvolvida que consiste na incubação de alimentos, acondicionados em sacos de náilon no rúmen por períodos variáveis. A técnica *in situ* para avaliação e caracterização dos alimentos foi citada pela primeira vez no final dos anos de 1930 (Huntington e Givens, 1995) e tem sido amplamente difundida por sua simplicidade e seu baixo custo. Embora não permita que o alimento sofra todos os eventos digestivos, como mastigação e ruminação, de acordo com Teixeira (1997), o extenso uso dessa técnica está ligado à sua rápida e fácil execução, pois requer pequena quantidade de amostra do alimento-teste e possibilita sua exposição

ao contato direto com o ambiente ruminal, além da obtenção do valor nutritivo próximo aos encontrados com ensaio *in vivo*.

Devido à ampla utilização da técnica *in situ*, pesquisas foram desenvolvidas com o intuito de se estabelecer padrões apropriados e uniformizá-la, visando a obtenção de repetibilidade aceitável dos resultados, como a porosidade do tecido, tamanho da partícula, quantidade de amostra, lavagem dos sacos, etc.

Apesar dos esforços para se uniformizar as condições experimentais na utilização da técnica *in situ* ainda são detectadas diferenças nos resultados entre laboratórios, mesmo quando se utilizam condições de avaliação idênticas (Nocek, 1985). A origem destas variações deve-se às diferenças na fermentação ruminal entre animais, ou no mesmo animal utilizado em dias distintos ou entre replicações nos sacos de náilon incubados no mesmo dia e animal (Mehrez e Orskov, 1977).

A proposta do trabalho é avaliar a qualidade de clones de capim-elefante ensilados sem a utilização de aditivos ou emurchecimento e quantificar sua degradabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JR., G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas. In: SIMPÓSIO DE PASTAGEM, 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.890- 911.
- BARRETO, G. P.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JR, J.C.B. Avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um híbrido com o milho *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. submetidos a estresse hídrico. Parâmetros morfológicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.1, p.1-6, 2001.
- BRAGA, A. P.; RIBEIRO, H. U.; BARRA, P. B.; BARRA, S. B.; VASCONSELOS, S. H. L.; BRAGA, Z. C. A. C. Composição químico-bromatológica das silagens de capim-elefante cv. cameron em cinco idades de corte. *Caatinga*, Mossoró-RN, v.14, n.1/2, p.17-23, dez. 2001.
- BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. Importância do planejamento na produção e uso da silagem. In: EVANGELISTA, A. R.; AMARAL, P. N. C.; PADOVANI, R. F. (Eds.). *Forragicultura e pastagens: temas em evidência*. 5.ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. p.121-176.
- BOLSEN, K.K. Silage: basic principles. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (Eds.) *Forages*. 5.ed. Ames: Iowa State University, 1995. p.163-176.
- BUGHARDI, S.R., GOODRICH, R.D., MEIKE, K.C. Evaluation of corn silage treated with microbial additives. *Journal of Animal Science*, v.50, n.4, p.729-36, 1980.
- CUNHA, M.V.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; MELLO, A.C.L.; FREITAS, E.V.; APOLINARIO, V.X.O. Genótipos de capim-elefante sob pastejo no período de seca na Zona da Mata de Pernambuco: fatores relacionados à eficiência de pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.36, n.2, p. 291-300, 2007.
- DAHER, R.F.; PEREIRA, M.G.; PEREIRA, A.V. et al. Genetic divergence among lephantgrass cultivars assessed by rapid markers in composit samples. *Scientia Agricola*, v.59, n.4, p.623-627, 2002.
- FREITAS, E. V.; LIRA, M. A.; DUBEUX JR., J. C. B.; DUBEUX JR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; MELLO, A.C.L.; TABOSA, J.N.; FARIAS, I. Características

produtivas e qualitativas de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) avaliados sob pastejo na Zona da Mata de Pernambuco. *Acta Scientiarum, Animal Sciences*, v.26, n.2, p.251-257, 2004.

HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. The in situ technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. *Nutritional Abstracts and review*, v.65, n.2, p.63-93, 1995.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO. IPA.Cultivares recomendadas pelo IPA para a Zona da Mata de Pernambuco, 150p, 2009.

JONES, L., HARRIS, C.E. Plant and swath limits to drying. In:FORAGE CONSERVATION IN THE 80'S, 1979, Brighton. *Proceedings...* Hurley: British Grassland Society, 1980. p.53-60. (Occasional Symposium, 11).

LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 11, n. 132, p. 50-57, dez. 1985.

McCULLOUGH, M. E. *Silage and silage fermentation*. Feedstuffs, Mineapolis, v. 49, n. 13, p. 49-52, Mar. 1977.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of the silage*. 2<sup>nd</sup> ed.Edinburg, J. Wiley and Sons Ltda, 1991. 340 p.

MELLO, A.C.L.; LIRA, M.A.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. SANTOS, M.V.F.; FREITAS, E.V. Caracterização e seleção de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) na Zona da Mata de Pernambuco. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.1, p.30-42, 2002.

MEHREZ, A.Z. & ORSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal Agricultural Science*, v.88, n.3, p.645-650, 1977.

NOCEK, J.E. Evaluation of specific variables affecting in situ estimate of ruminal dry matter and protein digestion. *Journal of Animal Science*, v.60, n.5, p.1347-1358, 1985.

NUNES, J.C. *Produção de leite, consumo e comportamento animal em pastagens de Pennisetum sp.*, Itambé-PE. 2006. 51p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Univesidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

PEREIRA, A.V.; AUAD, A. M.; LÉDO, A. J. S.; BARBOSA, S. *Pennisetum purpureum*. In: *Plantas forrageiras*. FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. eds. Viçosa: ed. UFV, cap. 6. p.197-219, 2010.

SILVA, S. H. B. da. Avaliação de Clones de *Pennisetum purpureum* Schum. de Porte Baixo, na Zona da Mata Seca de Pernambuco, 2007, 65 f.. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.

SILVA, M.C.; SANTOS. M. V.; LIRA. M. A.; MELLO, A.C.L. de; FREITAS, E.V. de; SANTOS, R.J.M.; FERREIRA, R.L.C. Ensaios preliminares sobre autofecundação e cruzamentos no melhoramento do capim elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.3, p.401-410, 2007.

SILVA, M. C. et al. Potencial de melhoramento para teor de matéria seca de *Pennisetum* sp. na Zona da Mata de Pernambuco. In Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004. Campo Grande, MS, *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004.

SILVA, M. C.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A. Possibilidade de seleção para teor de matéria seca de *Pennisetum* sp na Zona da Mata de Pernambuco. In: Simposio de Pesquisa e Pós-graduação da UFRPE, nº 4, 2003, Recife. *Anais...* Recife: UFRPE, 2003.

TEIXEIRA, J. C. Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes. In: *Digestibilidade em ruminantes*. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. p. 7-27.

TEIXEIRA, F. A; VELOSO, C. M; PIRES, A.V; SILVA, F.F. Perdas na ensilagem de capim-elefante aditivado com farelo de cacau e cana-de-açúcar. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.1, p.227-233, 2008.

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

TOSI, H.; RODRIGUES, L. R. de A.; JOBIM, C.C. et al. Ensilagem do capim elefante cv. Mott sob diferentes tratamentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.24, n.6, p.909-916, 1995.

VALLE, C. B.; SOUZA, F. H. D. Construindo novas cultivares de gramíneas forrageiras para os cerrados brasileiros. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 32., 1995, Brasília. *Anais...* Brasília: SBZ, 1995. p. 3-7.

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

VEIGA, J. B. 1994. Utilização do capim-elefante sob pastejo. In: CARVALHO, M.M., ALVIM, M.J., XAVIER, D.F. et al. (Eds.) *Capim-elefante, produção e utilização*. Coronel Pacheco: EMBRAPA/CNPGL. p.165-93.

**COSTA, C. R. de L. Efeito da ensilagem sobre a cinética de degradação de clones...**

VILELA, D. Utilização do capim-elefante na forma de forragem conservada. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 1990, Coronel Pacheco. *Anais...* Coronel Pacheco: EMBRAPA- Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, 1990. p.89-131.

VILELA, D. Utilização do capim-elefante na forma de forragem conservada. In: CARVALHO M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D.F. et al. (Eds.) *Capim-elefante: produção e utilização*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1997. p. 113-160.

VILELA, D.; VILLAÇA, H. A. Feno de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) preparado por diferentes métodos e sua utilização por animais em crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, n.3, p.481-486, 1998.

VILELA, H. Descrição das espécies forrageiras. In VILELA, H. *Pastagem: seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação*. Viçosa: Aprenda fácil, 2005, cap. 3, p. 71-252.

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

## Efeito da ensilagem sobre a cinética de degradação ruminal de clones de capim-elefante (*Pennisetum* sp.)

### RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da ensilagem de 5 clones de capim-elefante (*Pennisetum* sp) sobre a degradabilidade ruminal em ovinos. As forragens avaliadas foram constituídas por três clones de porte baixo: Mott, Taiwan A-146 2.27 e Taiwan A-146 2.37 e dois de porte alto: Elefante B e IRI 381, que aos 70 dias foram cortados, ensilados em silos de PVC e abertos aos 120 dias. Para avaliação do efeito da ensilagem sobre a degradabilidade foram utilizados quatro ovinos, com peso vivo médio de 40Kg, dotados de fístula permanente no rúmen, onde foram incubados sacos de náilon(7x4 cm, de 40 µm) em duplicata, contendo aproximadamente 1,6g de amostra de cada material por animal. Os tempos de incubação empregados foram 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas e as retiradas das amostras foram efetuadas em ordem decrescente. Para cada tempo de incubação foi determinado o desaparecimento da MS, empregado para estimar as degradabilidades potencial e efetiva. A silagens apresentaram baixo N-NH<sub>3</sub>, dentro da faixa indicada para preservação e pH adequado. Houve diferenças da degradabilidade após a ensilagem, porém a maioria dos clones permaneceu com degradações semelhantes à sua forma *in natura*, embora o Taiwan A-146 2.27 tenha aumentou a degradação depois da ensilagem. Quando comparado o efeito da ensilagem e os tempos de incubação, observou-se que houve aumento da degradabilidade ao longo do tempo da MS e FDN até 72 horas. Após ensilagem, a degradação foi maior para o Taiwan A-146 2.27. A fração solúvel, na forma ensilada de alguns clones diminuíram, exceto Taiwan A-146 2.27 e Taiwan A-146 2.37, que são de porte baixo. A fração ND da MS no rúmen foi significativa apenas entre os clones e não houve efeito sob a forma conservada e na FDN não foi significativa. As frações *b* e *c* não demonstraram diferença significativa para a MS e FDN entre os clones e as silagens. A DP não demonstrou interação das formas de forragem e os clones. As formas ensiladas diminuíram a degradabilidade efetiva nas taxas observadas de 2, 5 e 8%/h. A DE da FDN (2%/h) não apresentou diferenças após o processo de ensilagem permitindo manter a degradação. Nas taxas de passagem de 5 e 8%/h os clones Elefante B e IRI 381 diminuíram substancialmente sua degradação depois do processo fermentativo. Todos os clones apresentaram bom perfil fermentativo após a ensilagem e os clones de menor porte obtiveram melhores degradações.

**Palavras-chave:** digestibilidade *in situ*, fermentação, silagem,



## Effect of ensiling on ruminal degradation of clones of elephant grass (*Pennisetum* sp.)

### ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of ensilage 5 clones of elephant grass (*Pennisetum* sp.) on the degradability in sheep. The forages evaluated were three clones of short stature (Mott, Taiwan A-146 2.27 and Taiwan A-146 2.37) and two tall (Elephant B and IRI 381), that at 70 days were cut, ensiled in PVC silos and open to 120 days. For evaluate the effect of ensiling on the degradation were four sheep, with average weight of 40 kg, fitted with permanent rumen fistula, where bags were incubated (7x4 cm, 40 µm) in duplicate, containing approximately 1.6 g sample of each material per animal. Incubation times used were 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours and removed from the rumen samples were taken in descending order. For each incubation time was determined by the disappearance of DM, used to estimate the potential and effective degradability. The silages had low NH<sub>3</sub>-N, within the range indicated for the preservation and proper pH. Differences degradability after ensiling, but most clones remained with degradations similar to its fresh form, while Taiwan A-146 2.27 has increased degradation after ensiling. When comparing the effect of silage and incubation times, it was observed that there was an increase over time degradability of DM and NDF within 72 hours. After fermentation, the degradation was higher for Taiwan A-146 2.37. The soluble fraction, in the form of silage decreased some clones, except Taiwan A-146 2.27 and Taiwan A- 146 2.37, which are of short stature. ND fraction of DM in the rumen was significant only among clones, with no end in the form and saved to NDF was not significant. The fraction b and c fraction showed no significant difference for DM and NDF. The DP showed no interaction of forage types and clones. The forms silage decreased the effective degradability in the observed rates of 2, 5 and 8% / h. The NDF (2% / h) showed no differences after the ensiling process allowing you to maintain the degradation. In the passage rates of 5 and 8% / h clones Elephant and IRI 381 B degradation decreased significantly after the fermentation process. All clones showed good fermentation after ensiling and the smaller clones had greater degradation.

**Keywords:** *in situ* digestibility, fermentation, silage

## INTRODUÇÃO

O conhecimento e aplicação de tecnologias adequadas na área da produção animal e aproveitamentos de forragens são essenciais para manter ruminantes durante todo o ano e minimizar os custos produtivos. A ensilagem é uma tecnologia que permite conservar os nutrientes da forragem mediante a fermentação anaeróbica, mais notadamente das bactérias ácido lácticas (Tosi et al., 1999).

A preservação dos nutrientes decorre, principalmente, da fermentação pelos *Lactobacilos*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus* e *Leuconostoc*, que são bactérias produtoras de ácido láctico, como principal produto, além de poderem formar outros compostos como ácido acético, etanol e dióxido de carbono (Muck, 2010). De acordo com McDonald et al. (1991), para que esses microrganismos obtenham uma ação efetiva são necessárias algumas condições: adequado teor de matéria seca; material fermentescível; ausência de O<sub>2</sub>, para favorecer o crescimento de microrganismos anaeróbicos; número suficiente de lactobacilos; e baixa umidade para evitar que os ácidos produzidos se diluam favorecendo uma fermentação butírica (Bughardi et al., 1980).

O processo de conservação de volumosos pode alterar a composição química e, dependendo da intensidade das alterações, há redução do valor nutritivo e a da qualidade da forragem conservada. Durante o processo ocorrem perdas tanto no campo como no armazenamento. A qualidade da silagem reflete o estágio de desenvolvimento da cultura ao corte, os processos fermentativos e a deterioração observada na fase de utilização (Reis e Silva, 2006).

O capim-elefante (*Pennisetum* sp.) se destaca como uma das espécies mais promissoras para ensilagem por ser de fácil cultivo e alto rendimento forrageiro.

Contudo, o teor de matéria seca (MS) inferior a 30% vem limitando o uso da espécie para fins de ensilagem. No entanto, este problema tem estimulado ações de pesquisa visando à seleção de novos genótipos com maior teor de matéria seca (Freitas, 2008). Nesta perspectiva, Silva et al. (2007) avaliaram três grupos de progênies obtidas por hibridação intraespecífica, interespecífica e por autofecundação relataram que a hibridação interespecífica se mostrou promissora na geração de genótipos com teor de MS adequado ao processo de ensilagem.

Outro fator importante ao se avaliar alimentos e sua relação com o animal é considerar sua digestibilidade. A avaliação da digestibilidade *in situ* dos alimentos é uma técnica importante e simples cujas informações contribuem para formulações de rações para ruminantes através da utilização de sacos de náilon, contendo alimento que são incubados no rúmen por períodos variáveis. Embora não permita que o alimento sofra todos os eventos digestivos, como mastigação e ruminação. De acordo com Teixeira (1997), o extenso uso dessa técnica está ligado à sua rápida e fácil execução, pois requer pequena quantidade de amostra do alimento-teste e possibilita sua exposição ao contato direto com o ambiente ruminal, além da obtenção de valores de digestibilidade próximos aos encontrados com ensaio *in vivo*.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da ensilagem sobre a cinética da degradação de clones de *Pennisetum* sp. e identificar clones com potencial para ensilagem sem utilização de aditivos ou emurchecimento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi desenvolvido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizada em Recife – PE, situada na região fisiográfica

do Litoral e Mata, que tem como coordenadas geográficas de posição: latitude 8°04'03"S, longitude 34°55'00"W. Gr e altitude de 4 m. O tipo climático é Ams' (quente e úmido), com temperatura média anual de 25,2°C (Inmet, 2010). As análises laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios de Nutrição Animal e Química Vegetal desta Universidade.

### ***Confecção das silagens***

Os clones de capim-elefante utilizados para confecção das silagens foram cultivados no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), oriundos do programa de melhoramento genético através do acordo IPA/UFRPE iniciado na década de 60, localizado no município de Itambé, Pernambuco, situado nas coordenadas 7°25' S e 35°06' W, na microrregião fisiográfica da Mata Seca de Pernambuco, a 190 m de altitude (Inmet, 2010). O capim pertencia a uma área já estabelecida, cujo corte foi realizado manualmente aos 70 dias de crescimento, colhidos a partir do corte de uniformização. Cinco clones de *Pennisetum* sp foram utilizados no ensaio, constituindo três de porte baixo (Mott, Taiwan A-146 2.27, Taiwan A-146 2.37) e dois de porte alto (Elefante B e IRI 381).

Para confecção das silagens, os capins foram triturados em máquina forrageira, proporcionando partículas de 3 a 5 cm de cada clone de *Pennisetum* sp. e ensilados em silos experimentais de PVC, com quatro repetições, totalizando 20 silos. Os silos mediam 10 cm de diâmetro e 34 cm de altura e com média de 1,5 Kg de forragem para cada repetição, perfazendo densidade de 568 a Kg/m<sup>3</sup>.

### *Composição química*

Após o corte dos capins frescos foram retiradas amostras para determinação da composição química (Tabela 1) antes da ensilagem, para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO) e extrato etéreo (EE) (Silva e Queiroz, 2002) e capacidade tampão. A capacidade tampão (CT) foi determinada em amostras frescas de acordo com a técnica descrita por Playne e McDonald (1966), de modo que quinze gramas do material foram macerados com 250 mL de água destilada. O macerado foi titulado primeiramente para pH 3,0 com HCl 0,1N para liberar bicarbonatos e CO<sub>2</sub> e, depois, titulado para pH 6,0 com NaOH 0,1N. A capacidade tampão foi expressa como equivalente miligrama (e.mg) de álcali requerido para mudar o pH de 4,0 para 6,0 por 100 g de matéria seca, após correção para o valor da titulação de 250 mL de água, em que:

$$N^{\circ} \text{ e.mg} = N \times V \text{ (mL)}$$

$$N^{\circ} \text{ e.mg}/100\text{g MS} = \frac{N^{\circ} \text{ e.mg} \times 100 \times 100}{\text{Peso amostra} \times \text{MS}}$$

Os teores de carboidratos solúveis foram determinados conforme metodologia proposta por Yemm e Willis (1954), modificado por Bezerra Neto e Barreto (2004). O princípio desse método consiste na extração dos carboidratos com solução alcoólica a 80%, na reação com solução ácida preparada com antrona e na posterior leitura em espectrofotômetro, utilizando-se solução de glicose para o preparo da curva padrão.

A avaliação do Coeficiente de Fermentação das forragens foi realizada conforme a equação proposta por Weissback e Honig (1996):

$$CF = \text{MS}\% + 8 \times \text{CS}/\text{CT}$$

Em que CF = coeficiente de fermentação; MS = matéria seca; CS = carboidratos solúveis e CT = capacidade tampão. Para quantificação dos carboidratos totais (CHOT), foi empregada a equação:  $100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$  e os teores de carboidratos não fibrosos  $CNF = 100\% - (\%PB + \%FDN + \%EE + \%MM)$ , (Hall, 1999).

Após 120 dias, os silos foram abertos e amostras das silagens foram retiradas para mensuração do pH através da pesagem de 9 g da silagem fresca e adicionada 60mL de água destilada, fazendo a leitura após trinta minutos, segundo Silva e Queiroz (2002). O nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) foi determinado segundo Bolsen et al.(1992), através de amostras frescas, mergulhadas em solução de ácido sulfúrico de baixa concentração, que ficou vedada na geladeira por 48 horas e passado esse tempo foi destilada e titulada para quantificação da amônia. Foram coletadas amostras das silagens, de cada repetição e submetidas à estufa de circulação forçada à 55°C por 72 horas para pré-secagem do material e posterior determinação da composição química: MS, PB, FDN, FDA, MM, MO e EE (Silva e Queiroz, 2002).

### ***Degradação ruminal***

Para ensaio de degradação ruminal foram utilizados quatro ovinos adultos, sem padrão racial definido, com fístula permanente no rúmen e peso vivo médio de 40 Kg, alojados em baias individuais, recebendo dieta composta de 70% de volumoso (feno de capim tifton e 30% de concentrado (milho e soja), fornecido duas vezes ao dia, às 8 e às 15 horas. Os animais recebiam quantidade de dieta em 4% do peso vivo, água potável à vontade em bebedouros plásticos e sal mineral. Foram incubados os cinco clones *in natura* e as silagens dos respectivos clones.

O ensaio teve duração de 26 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais as instalações, a alimentação e ao manejo e 12 dias de incubação ruminal dos sacos de

náilon, com porosidade de 40  $\mu\text{m}$  e dimensões de 7x4x2 cm, que continha 1,6g da forragem com tamanho de partícula de 4 mm, o que permitiu 28,6mg de amostra/cm<sup>2</sup>.

Foram utilizados sete tempos para incubação das amostras (0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas), em duplicata, por animal, por tempo de incubação e por clone. Passados os referidos tempos, as amostras foram retiradas e, imediatamente, mergulhadas em água fria para cessar a atividade microbiana. A cada tempo os sacos foram congelados para serem lavados junto com o tempo zero. Procedeu-se a determinação do tempo zero a partir da colocação de sacos de náilon, em duplicatas, da mesma quantidade de amostra utilizada para os demais tempos de incubação, a fim de obter a fração solúvel de cada material. Todos os sacos contendo as amostras foram manualmente lavados, até que a água ficasse limpa, sendo, em seguida, conduzidos à estufa com circulação forçada a 65°C por 72 horas.

Os sacos com o resíduo foram pesados e por diferença foi determinado o desaparecimento da matéria seca (MS). Para estimar as degradabilidades potencial (DP) e efetiva (DE) foram utilizados, respectivamente, os modelos propostos por Ørskov e McDonald (1979):  $DP = a + b(1 - e^{-ct})$ , em que DP é a degradabilidade potencial;  $a$  é a fração solúvel em água;  $b$  é a fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável;  $c$  é a taxa de degradação da fração  $b$ ;  $t$  o tempo de incubação; e  $DE = a + [(b \times c) / (c + k)]$ , onde  $k$  é a taxa de passagem (%/h). A fração não degradável (ND) foi obtida através da equação:  $ND = 100 - (a+b)$ .

Para análise da composição química foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e quatro repetições. Para avaliação do desaparecimento da MS ao longo dos tempos de incubação, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema de parcelas subdivididas, onde o efeito clone foi alocado nas parcelas, a forma da forragem (*in natura* ou ensilada) nas

subparcelas e os tempos de incubação no rúmen nas subparcelas. Os blocos foram considerados os quatro animais utilizados.

Na avaliação das frações da cinética da degradação empregou-se o DIC, em esquema de parcelas subdivididas, com efeito do clone alocado nas parcelas e efeito da ensilagem nas subparcelas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% com auxílio do programa SAS (2007).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### ***Composição química das silagens***

Observando-se a Tabela 1 nota-se que, de maneira geral, o processo de ensilagem proporcionou pequena alteração na composição química do material ensilado (Tabela 2), em termos de MS e PB. No entanto, esta afirmativa é sobre valores numéricos, pois não foi possível realização de análise estatística, uma vez que o material disponível no campo não estava distribuído de forma que permitisse repetições.

A silagem confeccionada com o Mott apresentou menor teor de MS que os demais, o que poderia favorecer o desenvolvimento de fermentações secundárias, fato que possivelmente não ocorreu, pois o teor de proteína alterou pouco com o processo de fermentação (Tabelas 1 e 2)



**Tabela 1.** Composição química de clones de *Pennisetum* sp, cultivados em Itambé –PE

Composição	Elefante B	IRI 381	Taiwan A-146 2.27	Taiwan A-146 2.37	Mott
Matéria seca (%)	30,48	34,61	25,74	23,82	23,95
Proteína bruta (%MS)	4,22	3,35	6,41	5,87	6,55
Fibra detergente neutro (%MS)	76,46	78,50	71,72	73,11	69,46
Fibra detergente ácido (%MS)	49,81	52,15	43,58	46,74	43,39
Matéria mineral (%MS)	4,57	3,98	6,44	6,97	8,09
Matéria orgânica (%MS)	95,43	96,02	93,56	93,03	91,91
Extrato etéreo (%MS)	1,54	1,51	2,48	2,60	2,14
Capacidade tampão (eq mgHCl/100gMS)	13,07	10,88	18,00	20,41	23,29
Carboidratos solúveis(%MS)	18,90	15,86	19,60	15,08	10,26
Coeficiente de fermentação	42,08	46,27	34,45	29,73	27,47
Carboidratos totais	89,67	84,56	84,67	84,56	87,26
Carboidratos não fibrosos	13,21	12,66	12,95	11,45	13,76

**Tabela 2.** Composição química das silagens de clones de *Pennisetum* sp, cultivados em Itambé –PE

	Elefante B	IRI 381	Taiwan A -2.27	Taiwan A - 2.37	Mott	CV (%)
Matéria seca (%)	31,92 b	35,82 a	26,59 c	27,35 c	24,09 d	2,59
Proteína bruta (%MS)	4,23 b	3,20 c	5,68 a	5,69 a	6,31 a	6,23
Fibra detergente neutro(%MS)	74,26 a	75,23 a	68,73 ab	68,66 ab	67,13 b	4,42
Fibra detergente ácido (%MS)	52,00 a	42,28 b	55,88 a	41,76 b	41,02 b	9,09
Matéria mineral (%MS)	5,51c	5,28 c	8,46 b	10,57 a	9,32 ab	8,05
Matéria orgânica (%MS)	94,49 a	94,72 a	91,54 b	89,43c	90,68 bc	0,68
Extrato etéreo (%MS)	1,31 b	1,76 b	2,24 a	2,53 a	2,28 a	10,60
pH	4,10 ab	3,52 c	3,87 b	4,12 a	4,02 ab	2,86
N-NH <sub>3</sub> (%N total)	2,58 b	4,08 b	7,00 a	6,33 a	3,73 b	17,09
Carboidratos solúveis (%MS)	0,39 c	1,22 bc	1,89 ab	2,58 ab	3,10 a	35,83

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey 5%

Os maiores valores ( $P < 0,05$ ) de PB observados foram para as silagens de Mott, Taiwan A-2.37 e Taiwan A-2.27 (Tabela 2). Possivelmente, devido ao menor porte destes clones, que podem apresentar mais folhas em relação ao colmo resultando em capins mais nutritivos, porém não foi avaliada a relação F/C (folha/colmo) no presente estudo. A relação F/C é de grande importância do ponto de vista nutritivo e do manejo das espécies forrageiras. Das variações de peso das frações folha e colmo, resultam diferenças entre as

gramíneas forrageiras, em que a alta relação F/C representa forragem de maior teor de proteína, digestibilidade e consumo (Queiroz Filho et al, 2000).

A silagem de IRI 381 foi o que obteve o menor teor de proteína, seguido do elefante B. Os teores de proteína encontrados foram relativamente baixos, inferiores aos 7% mínimo necessários para manter a microbiota dos ruminantes. Os valores encontrados no presente estudo foram menores do que o encontrado por Rezende et al. (2008), cujo valor de proteína bruta para a silagem de capim elefante foi de 7%. Vale ressaltar que diferenças na composição química podem variar em função de inúmeras características, tais como: região fisiográfica, idade da planta, tipo de solo, clima, estação do ano, adubação, irrigação, cultivar, coleta da amostra, entre outras.

O maior teor de FDN foi observado nas silagens confeccionadas com IRI 381 e Elefante B, porém não diferiram ( $P>0,05$ ) do Taiwan A-2.37 e Taiwan A-2.27. Os teores de FDN representam os componentes da parede celular, principalmente celulose, hemicelulose e lignina, que vão aumentando à medida que a planta envelhece. Os capins IRI 381 e Elefante B, provavelmente, por serem de porte mais alto, como citado anteriormente, apresentam menor relação F/C, cujas folhas perfazem a parte mais digestível e com maior conteúdo celular. Portanto, maior fração colmo resulta numa maior proporção de fração fibrosa. Houve diminuição dos teores de FDN e FDA com o processo fermentativo, podendo indicar ação de algumas enzimas sobre carboidratos da parede celular na ensilagem, com aumento da disponibilidade para as bactérias fermentadoras.

Campos et al. (2002) encontraram valores de PB e FDN para folha, colmo e planta inteira de capim-elefante cv. Napier, aos 75 dias de 14,2/58,9%; 3,6/75,0% e 7,8/66,8%, respectivamente. Todos os clones apresentaram resultados para FDN inferiores ao encontrado por Rêgo et al. (2010) com 89,37% FDN. Teixeira et al. (2008) encontrou valor de 79,4% de FDN para o capim-elefante cv. Mercker aos 120 dias. Como mencionado

pelos resultados destes autores, verifica-se que as folhas, seguida da planta inteira compõem a parte com maior valor proteico. Este fato pode contribuir para os maiores valores da composição dos clones de menor porte do presente estudo, principalmente na proteína.

As silagens do Taiwan A - 2.37 e Mott foram as que apresentaram maior teor de MM. Maiores concentrações podem ser resultantes da ação dos microrganismos sobre os componentes solúveis da forragem, decorrentes do processo de fermentação (McDonald et al., 1991). No processo da ensilagem ocorreu aumento do teor de MM, o que não é desejável porque diminui a fração de MO, cuja fração constitui também os compostos mais solúveis. Faria et al. (2007) encontrou valor de MM de 12,05% para o capim-elevante cv. Cameroon aos 70 dias de idade (rebrotas) e 1,80 m de altura, valor este superior à MM dos tratamentos do presente estudo.

Os clones apresentaram valores de pH considerados adequados para silagens, uma vez que a faixa ideal de valores de pH situa-se entre 3,8 a 4,2. No entanto, silagens confeccionada com gramíneas tropicais não graníferas, que passaram por pré-murchamento, podem apresentar valores de pH até 4,5 e ainda assim, fermentação satisfatória. Valor de pH elevado indica perda de nutrientes, principalmente, proteínas resultando em material menos palatável e de odor desagradável. Vale ressaltar que se obtiveram silagens dentro do padrão fermentativo sem emurchecimento ou uso de aditivos.

Os valores de N-NH<sub>3</sub> foram menores ( $P < 0,05$ ) para as silagens confeccionadas com os clones Elefante B, IRI 381 e Mott, no entanto, merece mencionar que independente do clone utilizado, todas as silagens apresentaram teores de N-NH<sub>3</sub> dentro da faixa considerada adequada para silagens bem preservadas, que segundo McDonald et al. (1991) é inferior a 12% do N total e que os maiores teores de N-NH<sub>3</sub>, mesmo que baixos, foram para as silagens com menores teores de MS (Taiwan 2.27, Taiwan 2.37 e Mott).

Verifica-se que o nitrogênio amoniacal resulta da fermentação clostrídica, pois é produzido somente em pequenas quantidades por outros microrganismos e enzimas das plantas (McDonald et al., 1991). Silagens com alto teor de N-NH<sub>3</sub> podem ser menos aceitas pelos animais, resultando em baixo consumo.

Ao se observar os valores do Coeficiente de Fermentação (CF), na Tabela 1, percebe-se que os mais baixos foram para os clones de porte baixo (Taiwan A-146 2.37, Taiwan A-146 2.27 e Mott). Este fato que resultou dos valores também mais baixos de matéria seca apresentada por esses clones (mesmo aos 70 dias de crescimento), uma vez que a quantidade necessária de carboidratos solúveis para obtenção de fermentação satisfatória no processo de ensilagem depende do conteúdo de matéria seca e a capacidade tamponante da cultura. Forragens com substratos fermentáveis insuficientes ou conteúdo de MS muito baixo, segundo Oude Elferink et al (2000), apresentam CF <35, indicando a necessidade de adição direta de açúcar (por exemplo, o melaço) ou de enzimas que liberam açúcar extra a partir da forragem. Seguindo este raciocínio, pode-se afirmar que os clones de porte baixo mencionados necessitariam de aditivo para fermentação satisfatória. No entanto, ao se observar a quantidade de carboidratos solúveis residuais nas silagens (Tabela 2) verifica-se que aquelas confeccionadas com os clones Taiwan A-146 2.37, Taiwan A-146 2.27 e Mott mesmo sendo apontados como aqueles com menor chance de sucesso na fermentação ao se aplicar a equação proposta por Weissback e Honig (1996) foram os que resultaram silagens com os maiores (P<0,05) teores de carboidratos solúveis residuais. É pertinente mencionar ainda que o percentual de consumo de carboidratos solúveis durante o processo de fermentação para as silagens confeccionadas com os clones de porte alto (Elefante B e IRI 381) foram superiores àqueles obtidos com as silagens de clones de porte baixo (Taiwan A-146 2.37, Taiwan A-146 2.27 e Mott), com valores de 97,9 e 92,3% x 90,3;

82,9 e 69,8%, respectivamente. Este fato que reforça a ideia de que não se faz necessário o emprego de aditivos para obtenção de sucesso na fermentação durante o processo de ensilagem de clones de porte baixo.

O Clone Mott apresentou maior Capacidade Tampão, porém não influenciou seu padrão fermentativo porque apresentou baixos teores de N-NH<sub>3</sub> e conseguiu preservar mais carboidratos solúveis residuais na silagem (69,8% dos carboidratos solúveis).

A capacidade tampão é influenciada por cátions (K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, e Mg<sup>2+</sup>) que neutralizam os ácidos orgânicos formados no silo, pelos ácidos orgânicos, proteína, aminoácidos livres e por sua capacidade de produção de amônia (Van Soest, 1994). Aminoácidos básicos, aminas e amônia, produtos finais da degradação de proteína, impedem a rápida queda do pH da massa ensilada (McKersie, 1985). Dessa forma, o pH da silagem é influenciado pela relação carboidrato solúvel:proteína da forragem (Van Soest, 1994). Sob esta ótica, verifica-se que os clones de porte baixo apresentaram esta relação mais baixa (3,1; 2,6 e 1,6 para Taiwan A-146 2.37, Taiwan A-146 2.27 e Mott, respectivamente) que os de porte alto (4,5 e 4,7 para Elefante B e IRI381, na mesma ordem), o que refletiu em valores maiores (P<0,05) de pH das respectivas silagens de clones de baixo porte que aquelas confeccionadas com clones altos (Tabela 2). No entanto, como mencionado anteriormente, todas as silagens apresentaram valores adequados de pH.

### ***Degradação ruminal***

Houve interação significativa (P<0,01) no desaparecimento da MS e FDN entre os clones e forma da forragem (ensilada e não ensilada); entre clones e tempos de incubação e entre forma e tempos de incubação (Tabela 3).

**Tabela 3.** Desaparecimento médio da matéria seca e fibra de detergente neutro de clones de *Pennisetum* sp *in natura* e ensilado, em diferentes tempos de incubação no rúmen de ovinos

	Desaparecimento da MS (%)	Desaparecimento da FDN (%)
<b>Clones (C)</b>		
Elefante B	38,14 c	22,10 c
IRI 381	36,31 c	21,31 c
Taiwan A-146 2.27	44,81 b	26,81 b
Taiwan A-146 2.37	49,70 a	34,10 a
Mott	50,18 a	32,50 a
<b>Formas de apresentação (FA)</b>		
<i>In natura</i>	44,93 a	29,95 a
Ensilada	42,72 b	24,77 b
<b>Tempo de incubação (TI)</b>		
96	59,90 a	51,37 a
72	59,46 a	51,81 a
48	53,75 b	42,60 b
24	42,67 c	28,72 c
12	34,08 d	17,34 d
6	29,51 e	10,92 e
3	27,43 e	9,42 e
<b>Significância</b>		
C	**	*
FA	**	*
CxFA	**	**
CxTI	**	**
FAxTI	**	*
CxFAxTI	NS	NS
CV(%) Parcela	13,95	16,67
CV(%) Subparcela	8,29	7,30
CV(%) Subsubparcela	7,62	7,53

Médias seguidas por letras distintas nas colunas, para cada fator diferem pelo Teste de Tukey (5%)

Ao longo do tempo de incubação houve crescente degradação da matéria seca até 72 horas, estabilizando a partir disso (Tabela 4), necessitando deste tempo para expressar seu potencial máximo de degradação. Os clones que apresentaram maiores desaparecimento da MS ao longo do tempo de incubação foram o Taiwan A-146 2.37 (67,5%) e Mott (67,5%) após 72 horas de incubação. Para a maioria dos tempos avaliados estes clones demonstraram maiores médias de desaparecimento de matéria seca. Este fato pode estar relacionado ao teor de proteína apresentado (Tabela 2), que pode ter contribuído mais eficientemente para a digestibilidade da forragem através da ação dos microrganismos pela utilização dos compostos nitrogenados existentes. Além

de que pode ter maior proporção de conteúdo celular, pois apresentaram os menores valores da FDN em sua composição aos demais capins. Pode-se ressaltar que os clones de porte alto apresentaram maiores valores da FDN (76,46 e 78,50), influenciando na degradação comparativamente aos outros clones.

Mello et al. (2006) ao avaliarem a degradação de clones de capim elefante com 60 dias, com alta e baixa relação folha:caule (F:C) verificaram que não houve diferenças significativas na digestibilidade *in situ* nos tempos de incubação estudados, indicando que a relação F:C não promoveu efeito sobre essa característica, porém houve diferença entre as degradabilidades dos diferentes clones no presente estudo, os clones de porte baixo degradaram mais facilmente, em relação ao demais, além de que os teores de CNF foram semelhantes entre os clones (Tabela 1), assim os clones de porte alto deveriam ter apresentado maiores teores de CHOs por ter maior fração colmo.

**Tabela 4.** Desaparecimento médio da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) da interação de clones de *Pennisetum* sp. e ao longo dos tempos de incubação no rúmen de ovinos

Tempo de incubação (horas)	Elefante B	IRI 381	Taiwan A-146 2.27	Taiwan A-146 2.37	Mott
<b>Matéria Seca (%)</b>					
96	54,95 Ab	54,04 Ab	58,98 Ab	65,57 Aa	65,94 Aa
72	51,64 Ac	49,35 Ac	61,00 Ab	67,65 Aa	67,65 Aa
48	45,25 Bc	43,38 Bc	56,72 Ab	60,17 Bab	63,22 Aa
24	37,13 Cb	34,67 Cb	44,96 Ba	48,63 Ca	47,95 Ba
12	28,92 Dc	26,82 Dc	34,50 Cb	39,11 Dab	41,03 Ca
6	25,46 DEbc	23,76 Dc	30,12 DCb	34,40 DEa	33,83 Da
3	23,63 Eb	22,13 Db	27,38 Dab	32,36 Ea	31,62 Da
<b>Fibra Detergente Neutro (%)</b>					
96	56,69 Aab	46,10 Ab	47,68 Ab	60,87 Aa	56,69 ABab
72	41,69 ABb	41,52 Ab	50,94 Aab	59,98 Aa	64,95 Aa
48	32,87 Bbc	31,88 Bc	44,44 Aab	51,30 Aa	52,50 Ba
24	23,37 BCab	21,26 BCb	30,93 Bab	35,33 Ba	32,72 Cab
12	12,62 CDa	11,44 CDa	17,17 Ca	21,92 Ca	23,53 Ca
6	7,03 Da	6,83 Da	10,46 Da	16,30 Ca	13,98 Ca
3	7,57 Da	5,46 Da	7,85 Da	14,01 Ca	12,22 Ca

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nos clones e maiúscula nos tempos, para cada variável, não diferem pelo Teste de Tukey (5% de probabilidade)

Ao longo do tempo de incubação a degradação da FDN mostrou-se com comportamento crescente até 72 horas (Tabela 4), visto que à medida que a porção da fração fibrosa do alimento fica exposta por maior tempo de exposição ao ambiente ruminal pode desaparecer mais até certo ponto. Os clones Mott e Taiwan A-146 2.37 apresentaram maiores degradações, que pode ser justificado pelo teor de fibra mais baixo tanto no material in natura como ensilado desses clones. Tal fato pode estar relacionado à qualidade da fibra que pode ter sido melhor digerida nos clones de pequeno porte.



Quando comparado o efeito da ensilagem e os tempos de incubação (Tabela 5) verifica-se o desaparecimento da MS e FDN foram crescentes até o tempo 72 horas, estabilizando. Até 12 horas de incubação não houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os capins antes e após a ensilagem. Para a maioria dos tempos observados verifica-se desaparecimento de MS e FDN igual entre as formas dos capins, exceto nos tempos 24 e 72 horas. Pode-se inferir que ocorreram consideráveis desaparecimentos da MS 60,7 e 58,1% para os materiais *in natura* e ensilado, respectivamente.

O processo fermentativo da ensilagem conseguiu preservar a MS e FDN ao longo do tempo de incubação no rúmen, com similares características de degradação da planta *in natura*, constituindo uma prática importante no planejamento alimentar de rebanhos, pois permite preservar os nutrientes da composição química, bem como a degradação ruminal.

**Tabela 5.** Desaparecimento médio da matéria seca de clones de *Pennisetum* sp. *in natura* e ensilados, ao longo do tempo de incubação no rúmen de ovinos

Tempo de incubação (horas)	MS (%)		FDN (%)	
	Silagem	<i>In natura</i>	Silagem	<i>In natura</i>
96	59,65Aa	60,14 Aa	49,61 Aa	53,14 Aa
72	58,14Ab	60,77 Aa	48,30 Aa	55,33 Aa
48	52,74Ba	54,75 Ba	40,31 Ba	44,88 Ba
24	39,78 Cb	45,56 Ca	23,43C b	34,01 Ca
12	33,22 Da	34,94 Da	14,63 Da	20,05 Da
6	28,56 Ea	30,47 Ea	8,49 DEa	13,34 DEa
3	26,99 Ea	27,87 Ea	6,95 Ea	11,89 Ea

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas formas e maiúscula nos tempos, para mesma variável, não diferem estatisticamente entre pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

Pode-se verificar que os capins *in natura* e as silagens apresentaram digestibilidades iguais inicialmente até o tempo 12. No entanto, essa semelhança no

início da degradação entre os capins pode ser justificada pela existência de uma fase anterior ao início da degradação ruminal, em que a colonização microbiana teria começado, mas não ao ponto de causar quebra no material incubado, que Swinen et al. (2004) descreveram como fase *lag time*.

Rezende et al. (2008) obtiveram 56,04% da digestibilidade *in vitro* da matéria seca da silagem do capim-elefante, com 70 dias de idade, sendo inferiores à digestibilidade *in situ* da matéria seca do presente estudo com 96 horas de incubação ruminal. Rodrigues et al. (2007) encontraram valor de digestibilidade *in vitro* da MS de 61,41 para silagem de capim-elefante cv. Napier, aos 60 dias.

No desaparecimento ao longo do tempo de incubação houve o destaque para os capins e as silagens Taiwan A-146 2.27, Taiwan A-146 2.37 e Mott que conseguiram desaparecer mais ao longo do tempo de incubação, principalmente nos tempos finais de degradação, em que o Mott atingiu 69 e 62%, para capim e silagem, respectivamente, de desaparecimento da matéria seca em 96 horas de incubação ruminal.

A fração solúvel representa a fração da planta que está prontamente disponível para os microrganismos ruminais, porém o processo de ensilagem pode tê-la alterado, visto que, os clones de porte alto (Elefante B e IRI 381) diminuíram esta fração da MS (Tabela 6) e para FDN apenas o elefante B sofreu alteração após a ensilagem. Os clones Taiwan A-146 2.27 e Taiwan A-146 2.37 não alteraram suas frações (*a*) depois de ensilados.

Vale ressaltar que o processo de ensilagem pode aumentar a fração *a*, como ocorrido no presente estudo com o clone Mott. O aumento desta fração pode ser atribuído a esta silagem apresentar maiores valores de PB, menores valores de N-NH<sub>3</sub> e carboidratos solúveis residuais superiores aos demais (Tabela 2).

Os valores das frações solúveis do presente estudo foram superiores aos 11,0% encontrados por Teixeira et al. (2008) para silagem de capim-elefante sem aditivos. Araujo et al. (2010), estudando a degradação ruminal de genótipos anão, encontraram 14,7; 14,26 e 15,48 % da fração *a*, para cultivares (*in natura*) Mott, CNPGL 94-34-3 e CNPGL 92-198-7, respectivamente, aos 70 dias. Essa superioridade do presente estudo pode ser resposta do melhoramento de clones, que além de elevar o teor de MS também apresentou maior fração solúvel.

A fração *c* não apresentou diferença estatística para as variáveis MS e FDN, ou seja, apresentou taxa de degradação constante para todos os materiais. Altos valores de *c* significam que o potencial máximo de degradação é alcançado em menor tempo. De acordo com Sampaio et al. (1995), taxas de degradação da matéria seca inferiores a 2% /h indicam alimentos de baixa qualidade, pois necessitam de longo tempo de permanência no rúmen para serem degradados, como por exemplo, a maioria dos volumosos tropicais. Para Mertens (1993), taxas de degradação da FDN situadas entre 2% e 6% por hora são consideradas boas para alimentos volumosos de qualidade.

**Tabela 6.** Frações solúvel (*a*), potencialmente degradável (*b*), e taxa de degradação de *b* (*c*) e degradabilidade potencial (DP) da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) dos clones de *Pennisetum* sp *in natura* e na forma de silagem.

	<i>a</i> (%)		<i>b</i> (%)		<i>c</i> (%/h)	
	MS	FDN	MS	FDN	MS	FDN
<b>Elefante B</b>						
<i>In natura</i>	31,28 Aa	7,48 Aa	46,71 Aa	66,38 Aa	2,22 Aa	2,19 Aa
<i>Silagem</i>	16,90 Bb	0,92 Bc	49,61 Aa	57,61 Aa	1,59 Aa	1,51 Aa
<b>IRI 381</b>						
<i>In natura</i>	25,68 Ab	7,48 Aa	49,25 Aa	50,46 Aa	4,09 Aa	1,94 Aa
<i>Silagem</i>	22,20 Ba	5,47 Ab	42,02 Aa	66,69 Aa	3,49 Aa	1,16 Aa
<b>Taiwan A-146 2.27</b>						
<i>In natura</i>	23,23Abc	4,04Ab	41,23 Aa	49,55 Aa	3,51 Aa	3,78 Aa
<i>Silagem</i>	24,53 Aa	1,76Ac	47,58 Aa	53,60 Aa	3,69 Aa	3,08 Aa
<b>Taiwan A-146 2.37</b>						
<i>In natura</i>	22,68 Abc	8,97 Aa	43,44 Aa	58,93 Aa	2,02 Aa	2,62 Aa
<i>Silagem</i>	22,15 Aa	11,46Aa	41,36 Aa	62,86 Aa	2,63 Aa	1,98 Aa
<b>Mott</b>						
<i>In natura</i>	19,67 Bc	2,54 Ab	48,92 Aa	66,38 Aa	1,69 Aa	4,15 Aa
<i>Silagem</i>	25,35 Aa	4,87 Ab	42,23 Aa	57,61 Aa	3,99 Aa	2,45 Aa
CV(%) clones	10,75	25,32	23,98	21,76	23,76	29,95
CV(%) ensilagem	6,10	21,42	28,05	20,02	34,03	24,54

Médias seguidas de letras maiúsculas diferem entre a forma da forragem e minúsculas entre os capins na coluna, diferem pelo teste Tukey (5%)

A fração não degradável (ND) no rúmen foi significativa ( $P < 0,05$ ) apenas entre os clones (Tabela 7), não havendo efeito para a forma de apresentação (*in natura* ou ensilado)

Os clones de porte baixo, Taiwan A-146 2.37 e o Mott, foram os que apresentaram as menores frações não degradadas, podendo ter relação direta com os menores teores de FDA apresentado (Tabela 2). Os clones do presente estudo foram cortados aos 70 dias, que pode ter contribuído com material de mais difícil degradação nos clones com maiores frações fibroso, resultando em maior espessamento da parede celular, proporcionando maior fração ND.

A fração potencialmente degradável *b* reflete a proporção da MS degradada à determinada taxa e a fração *c* representa a taxa de degradação da fração *b*. Para ambas

as variáveis não houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os clones, nem das formas da forragem. Segundo Sampaio et al. (1995), a interpretação de  $b$  não interfere na classificação da forrageira, já que ele normalmente indica quanto do potencial de degradação foi efetivamente devido à ação químico-biológica.

De forma geral, as formas ensiladas diminuíram a degradabilidade efetiva da MS nas taxas observadas de 2, 5 e 8%/h (Tabela 7), porém o clone Taiwan A-146 2.27 permaneceu com sua degradação inalterada mesmo após a ensilagem, para todas as taxas. O capim Taiwan A-146 2.37, com o processo fermentativo aumentou a sua degradabilidade efetiva, em todas as taxas. O clone Mott, apesar de ter diminuído a DE com a ensilagem, obteve a maior degradabilidade entre os clones estudados para a silagem e a forma *in natura*.

Esse aumento da degradação após a ensilagem pode ser decorrente do próprio processo fermentativo que pode ter facilitado o rompimento de algumas estruturas celulares dos tecidos vegetais, facilitando, assim, a degradação ruminal deste capim.

Por outro lado, os clones que diminuíram sua degradabilidade após ensilagem, podem estar relacionados ao alto conteúdo de parede celular apresentado no estudo. O processo da ensilagem pode ocasionar algumas perdas na composição química e degradabilidade, pois as forragens após este processo podem sofrer perdas por gases, efluentes, matéria seca ou ocorrência de proteólise, fazendo com que haja a diminuição da degradação. Rodrigues et al. (2004) sugeriram que a elevada proporção de carboidratos da parede celular e o teor de lignina da forragem são a principal causa da menor degradabilidade.

**Tabela 7.** Degradabilidades efetiva (DE) e potencial (DP) e da fração não degradável (ND) da matéria seca (MS) dos clones e silagens de *Pennisetum* sp.

Clones	Degradabilidade Efetiva (%/h)			ND (%)	DP (%)
	2	5	8		
<b>Elefante B</b>					
<i>In natura</i>	42,77 Ac	34,59 Ac	41,78 Aa	36,49Aa	77,99Aa
<i>Silagem</i>	39,67 Bc	30,58 Bc	38,76 Ba	42,71A	66,50Aa
<b>IRI 381</b>					
<i>In natura</i>	42,42 Ac	33,89 Ac	30,54 Ac	33,87Aa	74,93Aa
<i>Silagem</i>	36,36 Bc	27,35 Bd	24,06 Bd	44,75A	64,22Aa
<b>Taiwan A-146 2.27</b>					
<i>Capim</i>	48,37 Ab	39,38 Ab	35,19 Ab	35,54Aab	64,46Aa
<i>Silagem</i>	48,02 Ab	38,82 Ab	34,51 Ab	35,79A	72,10Aa
<b>Taiwan A-146 2.37</b>					
<i>In natura</i>	51,80 Bb	41,88 Bb	37,38 Bb	27,90Ab	66,13Aa
<i>Silagem</i>	54,65 Aa	44,90 Aa	40,92 Aa	22,01A	63,51Aa
<b>Mott</b>					
<i>In natura</i>	57,97 Aa	47,13 Aa	41,78 Aa	25,07Ab	68,59Aa
<i>Silagem</i>	52,48 Ba	43,25 Ba	38,76 Ba	32,47A	67,58Aa
<b>Significância</b>					
C	**	**	**	**	**
FA	**	**	**	NS	**
CxFA	**	**	**	NS	**
CV(%) clones	5,69	4,44	4,11	24,87	15,74
CV(%) formas	2,00	1,38	1,71	18,62	19,53

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas para forma de apresentação e minúsculas para efeito de clone, diferem pelo teste Tukey (5%)

Carvalho et al. (2008) avaliaram silagens de capim-elefante emurchecido e com 0, 7, 14, 21 e 28% de farelo de cacau e observou que o emurchecimento não afetou a degradabilidade ruminal da MS, cuja DE (5%/h) foi de 63,6 e 62,5, para silagem com e sem emurchecimento, respectivamente. Rêgo et al. (2009) encontraram 42,71; 32,42 e 27,94 para o capim elefante ensilado aos 70 dias, para as taxas de 2, 5 e 8 %/h.

A DP da FDN não demonstrou interação das formas de forragem e os clones (Tabela 8). Segundo Sampaio et al. (1995), forragens com altos valores de DP apresentam tendência a ter maior digestibilidade. Mello et al. (2006), estudando a degradação ruminal da matéria seca de clones de capim-elefante em função da relação folha/colmo, encontrou média de 79,4% para DP, com capins elefante de alta e baixa relação F/C, aos 60 dias. Araújo et al. (2010) encontraram valor de DP de 76,67% para o capim Mott.

Verifica-se que para DE (2%/h) da FDN, o processo de ensilagem não influenciou na degradação, não apresentando diferenças. Nas taxas de passagem de 5 e 8%/h os clones de porte alto Elefante B e IRI 381 diminuem substancialmente sua degradação depois do processo fermentativo. Estes clones também apresentaram pequenos valores de carboidratos solúveis residuais, podendo ter menos energia disponível para os microrganismos e menor teor proteico (Tabela 2), inferindo em menor degradação. Esse menor teor proteico é relacionado às características morfológicas e anatômicas dos diferentes clones. A fração ND e a DP da FDN não apresentaram diferenças significativas. No entanto, observa-se DP da FDN acima de 53% variando até 74%.

**Tabela 8.** Valores médios das degradabilidades efetiva (DE) e potencial (DP) e da fração não degradável (ND) da fibra em detergente neutro (FDN) dos clones de *Pennisetum* sp in natura e ensilados

Clones	Degradabilidade Efetiva (%/h)			ND (%)	DP (%)
	2	5	8		
<b>Elefante B</b>					
<i>In natura</i>	30,95 Ab	21,19 Ab	17,17Ab	47,67 Aa	73,86 Aa
<i>Silagem</i>	25,54 Ab	14,06 Bb	9,90 Bb	36,64 Aa	63,35 Aa
<b>IRI 381</b>					
<i>In natura</i>	32,07 Ab	21,42 Ab	17,21 Ab	42,04 Aa	57,94 Aa
<i>Silagem</i>	23,20 Ab	11,58 Bb	9,90 Bbc	33,85 Aa	72,16 Aa
<b>Taiwan A-146 2.27</b>					
<i>Capim</i>	35,54 Aab	24,67Aab	19,42 Aab	46,40 Aa	53,59 Aa
<i>Silagem</i>	32,89 Aab	21,13 Aa	15,87 Ab	44,64 Aa	55,36 Aa
<b>Taiwan A-146 2.37</b>					
<i>In natura</i>	42,16 Aa	29,08 Aa	23,41 Aa	32,09 Aa	67,90 Aa
<i>Silagem</i>	41,71 Aa	28,68Aa	23,52 Aa	25,66 Aa	74,32 Aa
<b>Mott</b>					
<i>In natura</i>	46,61 Aa	31,99Aa	24,69 Aa	31,07 Aa	68,92 Aa
<i>Silagem</i>	36,22 Aab	23,64Ba	18,29 Aab	37,51 Aa	62,48 Aa
C	**	**	**	NS	NS
FA	**	**	**	NS	NS
CxFA	**	**	**	NS	NS
CV(%) clones	8,18	8,29	8,27	32,89	9,96
CV(%) Formas	7,00	7,38	7,71	28,30	19,53

\*\*Diferença a 5% de probabilidade

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas para forma de apresentação e minúsculas para os clones, diferem pelo teste Tukey (5%)

A utilização da ensilagem constitui uma boa alternativa, pois consegue preservar os nutrientes e a degradação em alguns clones. Os clones de porte baixo, apesar de maior umidade antes de ensilar promoveu fermentação satisfatória com pH adequado, baixo teor de N-NH<sub>3</sub> e todos os clones apresentaram consideráveis degradações da MS e FDN.



## **CONCLUSÕES**

Todos os clones estudados, aos 70 dias de crescimento, apresentam potencial para produzirem silagens de qualidade, sem o emprego de qualquer aditivo.

O processo da ensilagem alterou as degradabilidades da matéria seca dos clones de porte alto (Elefante B e IRI 381), porém apresenta consideráveis degradabilidades nestas condições.

Há necessidade de se complementar os estudos avaliando-se o consumo e desempenho destes animais com dietas compostas por estas silagens, já que apresentaram boa qualidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, S. A. C.; VÁSQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C.; DEMINICIS, B. B.; CAMPOS, P. R. S. S.; LISTA, F. N. Degradação ruminal e estimativa de consumo de genótipos de capim-elefante anão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.1, p.18-24, 2010.
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P. *Métodos de análises químicas em plantas*. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 2004. 149 p.
- BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, B. E.; FYERHERM, A. M.; URBAN, J. E.; AIMUTIS, W. R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages. *Journal Dairy Science*. V.75, n.11, p. 3066-3083, 1992.
- BUGHARDI, S.R., GOODRICH, R.D., MEIKE, K.C. Evaluation of corn silage treated with microbial additives. *Journal of Animal Science*, v.50, n.4, p.729-36, 1980.
- CAMPOS, F. P.; LANNA, D. P. D.; MAX LÁZARO VIEIRA BOSE, M. V. B.; BOIN, C.; SARMENTO, P. degradabilidade do capim-elefante em diferentes estágios de maturidade avaliada pelo método *in vitro*/gás. *Scientia Agricola*, v.59, n.2, p.217-225, abr/jun. 2002.
- CARVALHO, G. G. P.; GARCIA R.; PIRES, A. J. V.; DETMANN, E.; PEREIRA, O. G.; FERNANDES, F. E. P. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurhecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.8, p.1347-1354, 2008.
- 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 Zootecnia*, v.36, n.2, p.301-308, 2007.
- FREITAS, E. V. Caracterização de pastos, consumo e desempenho de vacas em pastagens de *Pennisetum* sp. 2008. 88p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- HALL, M. B.; HOOVER, W. H.; JENNINGS, J. P. et al. A Method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. *Journal Science Food Agriculture*, v. 79, n. 9 p. 2079 – 2086, 1999.
- INMET Instituto Nacional de Meteorologia. Acesso em Dez, 2010. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>.

McKERSIE, B. D. Effect of pH on proteolysis in ensiled legume forage. *Agronomy Journal*, 77(1):81-86, 1985.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of the silage*. 2<sup>nd</sup> ed. Edinburg, J. Wiley and Sons Ltda, 1991. 340 p.

MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A.; DUBEUX JR, J. C B.; SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, R. L. C.; CUNHA, M. V. Degradação ruminal da matéria seca de clones de capim-elefante em função da relação folha/colmo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v. 35, n.4, p 1316-1322. 2006 .

MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Eds.). *Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism*. Cambridge: Commonwealth Agricultural Bureaux, Cambridge University Press, 1993. p.13-51.

MUCK, R. E. Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.183-191, 2010 (supl. especial).

ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal Agricultural Science*. Cambridge. 1979.

OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J.C. et al. Silage fermentation processes and their manipulation. In: FAO ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, 1999, Rome. Silage making in the tropics with emphasis on smallholders. *Proceedings...* Rome: FAO, 2000. p.17-30.

PLAYNE, M.J., McDONALD, P.T. The buffering constituents of herbage and of silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.17, p.264-268, 1966.

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

RÊGO, M. M. T.; NEIVA, J. N. M.; RÊGO, A.C.; CÂNDIDO, M. J. D.; CLEMENTINO, R. H; RESTLE, J. Nutritional evaluation of elephant-grass silages with byproduct of annatto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.10, p.2281-2287, 2010.

RÊGO, A. C.; CÂNDIDO, M.J.D.; PEREIRA, E. S. et al. Degradabilidade Ruminal In Situ de Silagens de Capim-Elefante com Adição de Subproduto da Manga. *Revista Científica Produção Animal*, v.10, n.1, p. 28-36.2009.

REIS, R. A.; SILVA, S. C. Consumo de forragens. In: Nutrição de ruminantes. Eds. Berchielli, T.T; Pires, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Jaboticabal: Funep, 583p., 2006.

REZENDE, A. V.; GASTALDELLO JUNIOR, A. L.; VALERIANO, A. R.; CASALI, A. O; MEDEIROS, L. T., RODRIGUES, R. Uso de diferentes aditivos em silagem

de capim-elefante. *Ciência. agrotécnica.*, Lavras, v. 32, n. 1, p. 281-287, jan./fev., 2008.

RODRIGUES, A.L.P.; SAMPAIO, I.B.M.; CARNEIRO, J.C. et al. Degradabilidade in situ da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.5, p.658-664, 2004.

RODRIGUES, P. H. M.; LOBO, J. R.; SILVA, E. J. A., BORGES, L. F. O. MEYER, DEMARCHI, P. M.; J. J. A. A. Efeito da inclusão de polpa cítrica peletizada na confecção de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.6, p.1751-1760, 2007.

SAMPAIO, I.B.M.; PIKE, D.J. OWEN, E. Optimal design for studying dry matter degradation in the rumen. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 47, n. 3, p. 373-383, 1995.

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

SILVA, M.C.; SANTOS. M. V. F; LIRA. M. A.; MELLO, A.C.L. de; FREITAS, E.V. de; SANTOS, R.J.M.; FERREIRA, R.L.C. Ensaio preliminares sobre autofecundação e cruzamentos no melhoramento do capim elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.3, p.401-410, 2007.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. SAS/STAT. User's Guide. Version 8. Cary: 2007.

SWINEN, I.A.M, BERNAERTS, K.; DENS, E.J.J. GEERAERD, A.H.; Van Impe; J.F. Predictive modelling of the microbial lag phase: a review. *International Journal of Food Microbiology*. V. 94, P. 137– 159, 2004.

TEIXEIRA, J. C. Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes. In: *Digestibilidade em ruminantes*. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. p. 7-27.

TEIXEIRA, F. A.; VELOSO, C. M.; PIRES, A. V.; SILVA, F. F.; NASCIMENTO, P. V. N.; CARVALHO, G.G.P. Degradação ruminal da silagem de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. *Ciência agrotécnica.*, Lavras, v. 32, n. 3, p. 948-954, maio/jun., 2008.

TOSI, P; MATTOS, W. R. S.; TOSI, H.; JOBIM, C. C.; et al. Avaliação do Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Cultivar Taiwan A-148, Ensilado com Diferentes Técnicas de Redução de Umidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.5, p.947-954, 1999.

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

**COSTA, C. R. de L. Efeito da ensilagem sobre a cinética de degradação de clones...**

WEISSBACK, F.; HONIG, H. Über die Vorhersage und Steuerung des Garungsverlaufs bei der Silierung von Grünfutter aus extensivem Anbau. *Landbauforschung Volkenrode*, n.1, p.10-17, 1996.

YEMM, E.W.; WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochemical journal*, v.57, p.508-514, 1954.