



Universidade Federal do Maranhão

Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

**MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DO RESTOLHO DE  
ABACAXI 'PÉROLA' PARA ALIMENTAÇÃO DE  
RUMINANTES**

RAPHAEL RAMOS SILVA

Chapadinha

2018

RAPHAEL RAMOS SILVA

**MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DO RESTOLHO DE  
ABACAXI 'PÉROLA' PARA ALIMENTAÇÃO DE  
RUMINANTES**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós - Graduação em Ciência Animal da  
Universidade Federal do Maranhão,  
como requisito parcial para obtenção do  
título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Marcônio Martins Rodrigues  
Coorientadora: Prof. Dra. Rosane Claudia Rodrigues

Chapadinha

2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo (a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Silva, Raphael Ramos.

Métodos de conservação do restolho de abacaxi Pérola para alimentação de ruminantes / Raphael Ramos Silva. - 2018.

58 f.

Coorientador (a): Rosane Cláudia Rodrigues.

Orientador (a): Marcônio Martins Rodrigues.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (25.06)/ccaa, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, MA, 2018.

1. *Ananas comosus* var. *comosus*. 2. Conservação. 3. Qualidade de forragem. I. Rodrigues, Marcônio Martins. II. Rodrigues, Rosane Cláudia. III. Título.

RAPHAEL RAMOS SILVA

**MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DO RESTOLHO DE  
ABACAXI 'PÉROLA' PARA ALIMENTAÇÃO DE  
RUMINANTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Marcônio Martins Rodrigues (Orientador)  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Rosane Cláudia Rodrigues (Coorientadora)  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Dr. Daniel Louçana da Costa Araújo (Membro Externo)  
Universidade Federal do Piauí

---

Prof. Dr. Miguel Arcanjo Moreira Filho (Membro Interno)  
Universidade Federal do Maranhão

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que  
você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo”

**Martin Luther King**

Dedico este trabalho aos meus pais, Pedro Marculino Silva e Sofia Rosilene Ramos Silva, aos meus irmãos, minha namorada e a todos os amigos que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me conceder saúde, força e condições para que eu chegasse até aqui e conduzisse este trabalho até o fim com sucesso.

À Universidade Federal do Maranhão, pela oportunidade e disposição para a realização do curso.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcônio Martins Rodrigues, pelo seu empenho, dedicação e conselhos durante todo o período necessário.

À Prof<sup>a</sup>. Dra. Rosane Cláudia Rodrigues que foi de fundamental importância durante todo o mestrado, apontando sempre o caminho mais correto a ser seguido, além de extrema orientação nas tomadas de decisões.

Aos professores que tive a oportunidade de assistir as aulas no programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Dr. Ivo Alexandre Leme da Cunha, Dr. Lívio Martins Costa Junior, Dr. Marcos Antônio Delmondes Bomfim, Dr. Jefferson Costa de Siqueira, Dr. Anderson de Moura Zanine, Dra. Aline Landim e Dra. Francirose Shigaki.

Ao meu amigo Dr. Miguel Arcanjo Moreira Filho, que ao longo do desenvolvimento deste trabalho sempre esteve disposto a ajudar.

Ao professor Dr. Edson Mauro Santos da Universidade Federal da Paraíba, pelo auxílio em algumas análises laboratoriais.

Ao meu amigo Me. Clésio dos Santos Costa, pela grande ajuda nas análises estatísticas dos dados da pesquisa.

Aos meus amigos Ivone e Jandson pela prestatividade em uma fase importante desta pesquisa.

A todos os integrantes do grupo FOPAMA, que foram peças fundamentais em todas as etapas do desenvolvimento desse trabalho.

Aos meus amigos de trabalho do Setor Técnico Agrícola-UFMA/CCAA, Leonardo Santana Fernandes, Antônia Mara, Francisca Érica Nascimento e Geziel pelo apoio nas atividades e incentivo à realização desse mestrado.

## RESUMO

Objetivou-se determinar o valor nutritivo do restolho de abacaxi (RA) 'Pérola' em duas maneiras de conservação, sob a forma de silagem com diferentes níveis de feno de leucena e sob a forma amonizada. A pesquisa foi conduzida no setor de Forragicultura da Universidade Federal do Maranhão, em Chapadinha, MA. Para os dois experimentos adotou-se delineamento inteiramente casualizado, sendo que para silagem testaram-se seis tratamentos (RA pré-emurhecido e com 0, 10, 20, 30 e 40% de inclusão de feno de leucena com base na matéria natural), com cinco repetições e para a amonização, cinco tratamentos (0, 2, 4, 6 e 8% de ureia com base na matéria seca), com quatro repetições. O teor de matéria seca, proteína bruta, lignina e pH da silagem aumentaram linearmente ( $P < 0,05$ ) em função da inclusão do feno de leucena, enquanto o poder tampão, o teor de carboidratos solúveis e as perdas por efluentes apresentaram comportamento linear negativo. Para as variáveis perda por gases e recuperação de matéria seca observou-se comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) conforme o acréscimo de feno de leucena. Não houve efeito dos tratamentos nos dados referentes à FDN, FDA, hemicelulose e cinzas. Quanto ao desaparecimento ruminal da MS, houve efeito da adição de leucena ( $P < 0,05$ ) e dos tempos de incubação ( $P < 0,05$ ). Com o aumento dos níveis de inclusão houve diminuição no desaparecimento ruminal da MS. O desaparecimento da MS do RA pré-emurhecido apresentou diferença dos tratamentos com 30 e 40% de inclusão de feno no tempo de incubação 72h. Os valores da fração *a* foram semelhantes entre si, exceto a observada para RAPE. A fração insolúvel potencialmente degradável e a degradação potencial apresentaram aumento quando adicionado 10% de feno de leucena e, a partir daí, decresceram com o aumento dos níveis de inclusão. A degradabilidade efetiva da MS apresentou os valores mais elevados para as silagens sem ou com os menores níveis de inclusão de feno de leucena. Quanto aos resultados da amonização, a matéria seca apresentou comportamento linear LRP (*Linear Response Platô*), apresentando redução e em seguida manteve-se constante. A PB apresentou efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) conforme o aumento dos níveis de ureia, variando de 5,74% para 19,41% para os níveis 0 e 8% de ureia, respectivamente. Para o teor de FDN e hemicelulose houve redução linear decrescente ( $P < 0,05$ ) de 0,5% e de 0,53%, respectivamente, para cada 1% de ureia adicionada. Não houve efeito dos níveis de ureia sobre os teores de fibra em detergente ácido e lignina, que apresentaram valores médios de 30,75% e 5,10%, respectivamente. Houve efeito ( $P < 0,05$ ) do tempo de incubação no desaparecimento da MS e FDN, porém o mesmo não foi observado ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de ureia e para interação ureia x tempo de incubação. O tratamento do feno de RA com ureia, não influenciou a fração solúvel da MS, porém, o tratamento com 4% de ureia proporcionou um aumento de 6,94% e 6,04% para a fração *b* e para a degradabilidade potencial da MS, respectivamente. O processo de amonização não afetou as degradabilidades efetivas da MS, que apresentaram médias de 56,4%, 45,8% e 40,9% para as taxas 2%/h, 5%/h e 8%/h, respectivamente. Os níveis de ureia exerceram reduzido efeito sobre os parâmetros de degradabilidade da FDN, com redução de apenas 2,9 pontos percentuais na fração não degradável padronizada comparando o controle com a inclusão de 8% de ureia, refletindo em reduzida alteração na fração potencialmente degradável e na taxa de passagem. O restolho de abacaxi tanto sob a forma de silagem associado a 10% de inclusão de feno de leucena, quanto em condição de feno amonizado, apresenta valor nutricional satisfatório à alimentação de ruminantes.

**Palavras-chave:** *Ananas comosus* var. *comosus*, conservação, qualidade de forragem.



## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the nutritive value of 'Pérola' pineapple (RA) stover in two ways of preservation, in the form of silage with different levels of leucine hay and ammonia. The research was conducted in the forage sector of the Federal University of Maranhão, in Chapadinha, MA. For the two experiments, a completely randomized design was used, six treatments (PS pre-wilting and 0, 10, 20, 30 and 40% inclusion of leucine hay based on natural matter) were tested for silage, with five replicates and for the ammonization, five treatments (0, 2, 4, 6 and 8% of urea based on dry matter), with four replicates. The content of dry matter, crude protein, lignin and pH of the silage increased linearly ( $P < 0.05$ ) as a function of the inclusion of leucine hay, while buffer power, soluble carbohydrate content and effluent losses presented linear behavior negative. For the variables gas loss and dry matter recovery, quadratic behavior ( $P < 0.05$ ) was observed according to the addition of leucine hay. There was no effect of treatments on NDF, FDA, hemicellulose and ash data. Regarding the ruminal disappearance of DM, there was an effect of leucine addition ( $P < 0.05$ ) and incubation times ( $P < 0.05$ ). With the increase of inclusion levels, there was a decrease in the ruminal disappearance of DM. The disappearance of DM from the PS pre-wilting showed differences of the treatments with 30 and 40% of hay inclusion in the incubation time 72h. The values of fraction a were similar to each other, except that observed for PSPW. Potentially degradable insoluble fraction and potential degradation increased when 10% leucine hay was added and then decreased with increasing inclusion levels. The effective DM degradability presented the highest values for the silages with or without the lowest inclusion levels of leucine hay. Regarding the ammonization results, the dry matter presented a linear behavior LRP (Linear Response Plateau), showing a reduction and then remained constant. PB presented a linear increasing effect ( $P < 0.05$ ) as urea levels increased, ranging from 5.74% to 19.41% for urea levels and 8%, respectively. For NDF and hemicellulose, there was a linear decrease ( $P < 0.05$ ) of 0.5% and 0.53%, respectively, for each 1% of added urea. There was no effect of urea levels on acid and lignin detergent fiber contents, which presented mean values of 30.75% and 5.10%, respectively. There was an effect ( $P < 0.05$ ) of the incubation time on the disappearance of MS and NDF, but the same was not observed ( $P > 0.05$ ) between urea levels and for urea interaction x incubation time. Treatment of RA hay with urea did not influence the soluble fraction of DM, however, treatment with 4% of urea gave an increase of 6.94% and 6.04% for fraction b and for the potential degradability of DM, respectively. The ammonia process did not affect the effective DM degradabilities, which presented a mean of 56.4%, 45.8% and 40.9% for the rates 2% / h, 5% / h and 8% / h, respectively. The urea levels had a reduced effect on the degradability parameters of the NDF, with a reduction of only 2.9 percentage points in the non degradable standardized fraction, comparing the control with the inclusion of 8% of urea, reflecting a reduced alteration in the potentially degradable fraction and in the passing rate. Pineapple stover both in the form of silage associated with 10% inclusion of leucine hay and in ammonized hay conditions presents satisfactory nutritional value for ruminant feed.

**Key-words:** *Ananas comosus* var. *comosus*, conservation, forage quality.

## LISTA DE FIGURAS

### **CAPÍTULO III – Efeitos da amonização com ureia sobre o feno do restolho de abacaxi ‘Pérola’**

- Figura 1-** Teores de matéria seca (A), proteína bruta (B), fibra em detergente neutro (C) e hemicelulose (D) de restolho de abacaxi amonizado com diferentes níveis de ureia..... 51

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO II – Valor nutritivo da silagem do restolho de abacaxi ‘Pérola’ associado a diferentes níveis de feno de leucena.**

- Tabela 1-** Composição químico-bromatológica do restolho de abacaxi ‘Pérola’ e do feno de leucena (*Leucaena leucocephala*) utilizados para produção de silagem..... 30
- Tabela 2-** Matéria seca, pH, poder tampão, carboidratos solúveis, produção de gases, produção de efluentes e recuperação de matéria seca de silagem do restolho de abacaxi ‘Pérola’ com diferentes níveis de inclusão de feno de leucena..... 33
- Tabela 3-** Composição bromatológica de silagem do restolho de abacaxi ‘Pérola’ com diferentes níveis de inclusão de feno de leucena..... 36
- Tabela 4-** Desaparecimento ruminal da matéria seca (MS) da silagem do restolho de abacaxi com diferentes níveis de feno de leucena (%), nos tempos de incubação, em bovinos..... 38
- Tabela 5-** Parâmetros da degradabilidade ruminal (a, b e c), degradabilidade potencial (A) e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca nas taxas de passagem 2, 5 e 8%/hora da silagem do restolho de abacaxi com diferentes níveis de feno de leucena..... 39

### **CAPÍTULO III – Efeitos da amonização com ureia sobre o feno do restolho de abacaxi ‘Pérola’**

- Tabela 1-** Composição química do feno do restolho de abacaxi ‘Pérola’ *in natura*..... 48
- Tabela 2-** Desaparecimento ruminal da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) do restolho de abacaxi amonizado com ureia (%), nos tempos de incubação, em bovinos..... 53
- Tabela 3-** Parâmetros da degradabilidade ruminal (a, b e c), degradabilidade potencial (A) e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca (MS) nas taxas de passagem 2, 5 e 8%/hora do restolho de abacaxi amonizado com ureia..... 54
- Tabela 4-** Parâmetros da degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) do restolho de abacaxi amonizado com ureia..... 54

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	13
1.0 INTRODUÇÃO.....	13
2.0 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Uso de subprodutos da cultura do abacaxi na alimentação de ruminantes.....	14
2.2 Leguminosas como aditivos à silagem.....	16
2.3 Aspectos limitantes para qualidade da silagem.....	17
2.4 Amonização de volumosos alternativos à alimentação de ruminantes.....	19
3.0 OBJETIVOS.....	21
3.1 Objetivo geral.....	21
3.2 Objetivos específicos.....	21
4.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
CAPÍTULO II – Valor nutritivo da silagem do restolho de abacaxi ‘Pérola’ associado à diferentes níveis de feno de leucena.....	27
Introdução.....	28
Material e Métodos.....	29
Resultados e Discussão.....	32
Conclusão.....	40
Referências.....	40
CAPÍTULO III – Efeitos da amonização com ureia sobre o feno do restolho de abacaxi ‘Pérola’.....	45
Introdução.....	46
Material e Métodos.....	47
Resultados e Discussão.....	50
Conclusão.....	54
Referências.....	55
5.0 CONCLUSÕES FINAIS.....	58

## **CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1.0. INTRODUÇÃO**

Dentre as diversas atividades desenvolvidas no Brasil a agropecuária se destaca como uma das principais bases da economia do país, onde a criação de ruminantes se torna um dos principais componentes desse elo. São mais de 244 milhões de cabeças, destas, 215,2 milhões são bovinos, 1,3 bubalinos, 18,4 ovinos e 9,6 são caprinos (IBGE, 2016).

Na pecuária, a alimentação dos animais se torna escassa e geralmente mais onerosa nos períodos críticos do ano devido à sazonalidade da produção forrageira, com isso, a utilização de alimentos alternativos, sejam eles oriundos da agroindústria, de empresas fabricantes de biocombustíveis ou de lavouras de grãos e fruticulturas, vem crescendo não só como forma de mitigar a falta do alimento durante este período, mas também, como forma de conseguir melhor expressão do potencial genético dos ruminantes.

Alimentos que não são tradicionalmente utilizados, mas que podem substituir total ou parcialmente um alimento tradicional, são tidos como alimentos alternativos. Estes podem ser coprodutos, subprodutos ou resíduos da agroindústria e, dependendo do tipo de alimento, podem substituir as tradicionais fontes de fibra, de amido ou até mesmo de proteína. Segundo Quintella et al. (2009), tem-se como coprodutos, os resíduos que têm mercado para venda; subprodutos, os que são vendidos quando economicamente viáveis; e como resíduos, os que são descartados e que na maioria das vezes passam por algum tipo de processamento antes do descarte, gerando prejuízo.

O cultivo de algumas culturas no Brasil dá origem a grandes volumes de resíduos com potencial para ser utilizado na alimentação animal, como é o caso da abacaxicultura, que gera tanto resíduos agroindustriais, provenientes do processamento do fruto para obtenção da polpa, quanto restolhos, que constituem as próprias plantas após a colheita dos frutos.

Segundo Cunha et al. (2009), o resíduo agroindustrial de abacaxi na forma de feno ou silagem, proporciona bom desempenho animal e representa uma alternativa viável para utilização na alimentação de ovinos na região semiárida.

Dependendo da cultivar e da densidade de plantas, um hectare de restolho de abacaxi pode render até 50 toneladas de massa verde (SANTOS et al. 2014a). Caracterizado como material rico em fibra e de baixo valor proteico, o que limita a utilização na alimentação de ruminantes. O restolho de abacaxi apresenta em média 15,0% de matéria seca; 10,1% de

proteína bruta; 53,4% de fibra em detergente neutro, 3,4% de lignina e 62,8% de nutrientes digestíveis totais (HERRERA et al., 2014).

O abacaxizeiro, mesmo sem nenhum método de conservação ou processamento, pode ser utilizado na alimentação de ruminantes, além disso, ainda pode ser fornecido na forma dessecada (feno de abacaxi), moída (farinha de abacaxi) ou em forma de farelo, que é palatável e altamente digestível, rico em carboidrato, pobre em proteína e por ser muito rico em fibra bruta é útil como fonte de energia (MARIN et al., 2002).

A importância em se conservar o restolho de abacaxi, seja ensilado ou fenado, se dar em função do valor nutricional decrescer com o passar dos dias após a colheita do fruto, além de tornar independente a fase de produção da forragem à fase de utilização do volumoso conservado na alimentação animal.

Na literatura, são escassas as informações referentes ao estudo do restolho de abacaxi como alternativa na alimentação animal. A maioria dos poucos produtores que incluem esse material na dieta de ruminantes faz de forma empírica e sem saber ao certo o que, em termos nutricionais está realmente fornecendo ao animal.

Portanto, há a necessidade de se avaliar métodos de conservação e de aprimorar a qualidade nutricional do restolho de abacaxi para que sejam utilizados em programas de alimentação de ruminantes, tanto como alternativa alimentar no período de escassez de alimento, quanto na maximização do desempenho animal nas regiões em que há grande disponibilidade desse material.

## **2.0. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Uso de subprodutos da cultura do abacaxi na alimentação de ruminantes**

O abacaxizeiro é tipicamente uma planta tropical que se desenvolve melhor sob temperaturas moderadamente quentes (16 ° a 33 °C), não tolera temperaturas superiores à 40 °C sendo também intolerante às geadas, necessitando de regime de chuvas regulares. Possui uma via fotossintética especial chamada CAM (metabolismo ácido das crassuláceas) que favorece seu desenvolvimento onde há pouca quantidade de água disponível (LUTHER, 2008).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial, com aproximadamente 69 mil ha com a produção do abacaxi (FAOSTAT, 2014), sendo a região Nordeste a segunda maior produtora

nacional, representando 32% da área de cultivo (IBGE, 2015). Segundo o IBGE (2016), cerca de 20% do rebanho nacional de ruminantes está localizado nesta região, o que possibilita o uso dos restolhos da cultura do abacaxi como alternativa promissora na inclusão em dietas para estes animais.

Com o aumento na produção de abacaxi, há também maior quantidade de subprodutos provenientes de seu cultivo e industrialização e, dependendo da cultivar e da densidade de plantas, um hectare de cultivo da fruta pode render até 50 toneladas de massa verde de restolho (SANTOS et al. 2014a), além de sua industrialização render grande quantidade de cascas, resíduo de polpas, coroas e talos (HERRERA et al., 2014).

As plantas de abacaxi que ficam no campo após a colheita dos frutos constituem o restolho (SUPHALUCKSANA et al., 2017), este pode apresentar-se como ótima fonte de energia para ruminantes, constituindo-se de boa fonte de fibra em detergente neutro, porém, com baixo valor proteico. Segundo Herrera et al. (2014), no restolho de abacaxi há 15,0% de matéria seca, 10,1% de proteína bruta, 53,4% de fibra em detergente neutro, 32,6% de fibra em detergente ácido, 25,8% de celulose, 17,3% de hemicelulose, 3,4% de lignina, 24,7% de carboidratos não fibrosos e 62,80% de nutrientes digestíveis totais, sendo este último valor, superior ao encontrado usualmente em gramíneas e leguminosas tropicais.

Pesquisas realizadas com as cascas (SALAZAR e GRANADOS, 2014), coroas (HERRERA et al., 2015), talo e polpa de abacaxi (HERRERA et al., 2014), ressaltam a possibilidade do uso destes subprodutos na alimentação de ruminantes, associado ou não a aditivos, mitigando a falta de alimento durante o período seco do ano, diminuindo problemas ambientais advindos de seu descarte, além de redução de custos na produção animal.

Resíduos culturais do abacaxi apresentam potencial de melhorar a qualidade fermentativa no rúmen (SUKSATHIT et al., 2011). Segundo estes autores, o restolho da cultura do abacaxi apresentou maior digestibilidade, incremento calórico e aumento da população das bactérias celulolíticas dominantes no rúmen, em comparação com o feno de capim-pangola..

A planta de abacaxi não contém qualquer substância tóxica conhecida (MATELJAN 2007), pelo contrário, possui fotoquímicos benéficos como a bromelina, enzima proteolítica que é encontrada em grande concentração no caule da planta (MAURER, 2001).

Para melhor ser aproveitado na alimentação de ruminantes, o restolho de abacaxi deve ser conservado na forma de feno ou silagem e/ou utilizado logo após a colheita dos frutos,

pois se permanecer no campo, tem o valor nutricional diminuído com o passar dos dias (FAGUNDES e FAGUNDES, 2010).

## **2.2. Leguminosas como aditivos à silagem**

Dentre as leguminosas forrageiras existentes, apenas quatro tem sido utilizadas com frequência como aditivos de silagem: a leucena (*Leucaena leucocephala*) (Lam.), gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp), feijão-guandu (*Cajanus cajan*) e estilosantes Campo Grande (*Stylosanthes capitata* x *Stylosanthes macrocephala*), onde o principal intuito da adição desses materiais é a elevação do teor de proteína bruta da forragem conservada.

De acordo com Lazzarini et al. (2009) e Sampaio et al. (2009), 8% de proteína bruta (PB) na matéria seca é o valor considerado mínimo para que os microrganismos ruminais apresentem plena capacidade de utilização dos carboidratos fibrosos da forragem basal. Teor de PB abaixo deste nível, afeta de forma negativa tanto o consumo como a digestibilidade de nutrientes em virtude da baixa quantidade de nitrogênio no rúmen, o que pode se agravar, se a proteína da silagem for solubilizada na forma de amônia (RUIZ e RUIZ, 1990).

O uso de leguminosas associadas às gramíneas forrageiras no processo de ensilagem constitui alternativa que visa aumentar o teor de PB da silagem, favorecendo também, o teor de cálcio e fósforo (BAXTER et al., 1984). Evangelista et al. (2005), observaram aumento no teor de proteína bruta da silagem de sorgo de 128% com a inclusão de 40% de forragem de leucena. Pereira et al. (2004) constataram efeito linear ( $R^2= 97$ ) na proteína bruta em silagem de milho, com o aumento da inclusão de leucena, elevando de 7,85 % de PB em milho ensilado solteiro, para 13,9% de PB com a inclusão de 40% de forragem de leucena com base na matéria seca (MS).

A gliricídia também se apresenta como boa opção a ser utilizada como aditivo de silagens de gramíneas. Pacheco et al. (2013) obtiveram valores de até 14,26% de PB com a inclusão de 42,19% de feno de gliricídia, representando um incremento de quase 170% em relação à proteína bruta da silagem exclusiva de capim-elefante, objetivando melhorar a qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum).

A adição de leguminosas às silagens de gramíneas, também auxilia nos padrões fermentativos da massa conservada, se utilizadas na forma de feno com o incremento no teor de MS. Forrageiras que apresentam alto teor de umidade e baixa quantidade de carboidratos solúveis têm dificuldade em baixar o pH durante o processo de ensilagem, fazendo com que



ocorra fermentações indesejáveis, resultando em um material de baixa qualidade devido a elevada perda de nutrientes por efluentes, além das perdas por gases (FERREIRA et al., 2013; NEGRÃO et al., 2016).

A inclusão de feijão-guandu em silagem de cana-de-açúcar melhorou o valor nutricional não só pelo aumento do teor de proteína bruta, mas também pela redução das perdas por efluentes e por gases, em comparação à silagem exclusiva da gramínea (PEREIRA, 2017). A redução das perdas por gases se dá pela diminuição da atuação das leveduras, devido ao maior consumo dos carboidratos solúveis por ação de bactérias homofermentativas (SIQUEIRA et al., 2010) associadas ao incremento de feijão-guandu na silagem.

Como forma de melhorar os padrões fermentativos de silagem de capim-xaraés, Silva (2014) aumentou o teor de MS da silagem exclusiva da gramínea, quando adicionou a forragem de estilosantes, a qual apresentou maior teor de MS, proporcionando à forragem conservada menos umidade, favorecendo os processos fermentativos e resultando em material de maior qualidade nutricional.

O pH da silagem é outro parâmetro a ser observado das silagens, em que, para se obter boa fermentação, este, deve apresentar-se abaixo de 4,6, com teor de MS entre 26 e 35% (RUIZ e RUIZ, 1990). Segundo McDonald et al. (1991), silagens bem preservadas devem apresentar pH na faixa de 3,7 a 4,2 e as mal preservadas entre 5,0 e 7,0. Contudo, a inclusão de leguminosas às silagens de milho aumentou o pH da silagem devido ao maior poder tampão que as leguminosas em geral apresentam (EICHELBERGER et al., 1997). A inclusão de 40% de forragem de leucena contribuiu para um incremento de 7,83% no pH, porém, o valor encontrado com a inclusão da leguminosa apresentou-se ainda dentro da faixa considerada excelente para uma boa fermentação (PEREIRA et al., 2004).

A leucena foi utilizada por Evangelista et al. (2005) como aditivo à silagem de sorgo, sendo observado incremento do pH com adição da leguminosa. Todavia, dependendo da leguminosa e da gramínea utilizada na associação para silagem, o resultado para pH pode ser o contrário. Silva (2014) relatou efeito linear negativo para o pH de capim-xaraés a medida que aumentou os níveis de estilosantes como aditivo da silagem.

### **2.3. Aspectos limitantes para qualidade da silagem**

A silagem é uma alternativa alimentar de ruminantes durante o período seco do ano quando há pouca disposição de pasto. Esse tipo de alimento tem sido muito usado pelos

pecuaristas, sejam produtores de leite ou carne, quando optam por terminar os animais em confinamento ou em qualquer outro tipo de sistema de criação. As culturas mais utilizadas para ensilagem no Brasil são representadas pelo milho, sorgo, cana-de-açúcar e, em uma escala menor, os capins tropicais (ARCANJO et al., 2016).

A conservação de forragem, pela forma de silagem baseia-se na fermentação láctica do material vegetal através da propagação de bactérias produtoras de ácido láctico, em meio anaeróbico, com utilização de os açúcares solúveis, ácidos orgânicos e compostos nitrogenados solúveis como substratos (NEUMANN et al., 2010).

Além das características referentes à própria planta a ser ensilada, também há as características do meio que influenciam diretamente no processo de fermentação, uma vez que esta só é garantida em ambiente anaeróbico, o qual é obtido pela correta adoção das técnicas no processo de ensilagem, abrangendo desde o ponto de colheita e tamanho da partícula, compactação para expulsão efetiva do oxigênio do interior do material, velocidade no enchimento e vedação do silo, além da manutenção deste para evitar a infiltração de ar ou água (BROGIN JUNIOR, 2014).

O ponto de colheita das plantas a serem ensiladas deve ser definido criteriosamente, uma vez que o estágio de maturação da colheita interfere no valor nutritivo da silagem, em decorrência das alterações nos componentes da planta, em que relaciona-se diretamente com a fração fibrosa e a densidade energética da silagem (OLIVEIRA et al., 2011). Moraes et al. (2008), trabalhando com silagem de milho, notaram que os teores de lignina aumentam consideravelmente com o avanço da maturidade da planta.

Dentre as demais características da planta a ser ensilada, deve-se se dá atenção especial ao teor de matéria seca, poder tampão e carboidratos solúveis. se a concentração de carboidratos solúveis é alta e o poder tampão é baixo, pode-se obter silagens de boa qualidade mesmo com plantas com baixo conteúdo de MS (WOOLFORD, 1984).

Plantas forrageiras de baixo teor de matéria seca, quando submetidas ao processo de ensilagem, apresentam alta produção de ácido total, o que reflete em uma maior exigência de carboidratos solúveis disponíveis para compor os substratos necessários ao desenvolvimento das bactérias lácticas (NEUMANN et al., 2010).

Aditivos absorventes ou o emurchecimento da cultura têm sido os procedimentos mais indicados no controle da produção de efluentes em silagens (TAVARES et al., 2009). Essas perdas devem ser controladas a fim de manter na solução os carboidratos e compostos

nitrogenados solúveis, ácidos orgânicos e minerais, evitando o aumento da concentração dos componentes da parede celular da silagem (FARIA et al., 2010).

Assim, o emurchecimento prévio do material aumenta o teor de MS, reduz a atividade da água, reduz ou detém a emissão de efluente, além de poder elevar os teores de carboidratos solúveis e diminuir a capacidade tampão da forragem a ser ensilada, favorecendo assim a fermentação láctica, conferindo melhor preservação nutricional do material ensilado (PARIS et al., 2015).

Os carboidratos solúveis da silagem constituem fonte de energia para os microrganismos fermentadores da forragem ensilada e, dependendo dos microrganismos presentes, estes açúcares são fermentados a ácido láctico, ácidos graxos voláteis, álcool, CO<sub>2</sub>, água e calor (MUCK, 2010). Portanto, sua abundância na massa ensilada se torna fundamental para qualidade da silagem, inversamente ao poder tampão da mesma.

Para que o processo de fermentação não seja comprometido, plantas que possuem elevado poder tampão, quando ensiladas necessitam de maior quantidade de carboidratos solúveis para que ocorra adequada produção de ácidos orgânicos, de preferência ácido láctico, e rápida redução do pH. Forrageiras com elevado poder tampão tem redução do pH dificultada e resultam conseqüentemente em silagem de baixa qualidade (NEUMANN et al., 2010).

Como forma de garantir a qualidade das silagens, o uso de aditivos vem sendo adotado nesse processo de conservação de forragem com intuito de garantir fermentação desejável, elevar a recuperação de nutrientes e energia da forragem, com conseqüente benefício no desempenho dos animais (KUNG JR., 2009).

As características originais do alimento são importantes para promover silagem com qualidade nutricional adequada, em que, a fermentação desejável promove a melhor ingestão da forragem conservada, influenciando positivamente no desempenho animal (KEADY et al., 2013). Portanto, o uso de aditivos em conservação de alimentos forrageiros e resíduos agroindustriais melhora o seu valor nutritivo, viabilizando o uso destes na alimentação animal (NASCIMENTO et al., 2016).

#### **2.4. Amonização de volumosos alternativos para alimentação de ruminantes**

As limitações nutricionais comumente observadas no que diz respeito ao uso de restolhos e outros resíduos agrícolas na alimentação de ruminantes, normalmente estão

associadas aos elevados teores de componentes antiqualitativos (lignina, compostos fenólicos) e as baixas quantidades de compostos nitrogenados, minerais e energia disponível nesses resíduos (GARCIA et al., 1992).

A amonização é uma alternativa para melhorar a qualidade de alimento de baixo valor nutritivo, esta, consiste em realizar a adição de amônia anidra ou ureia na forragem antes do fornecimento aos animais (MISSIO, 2016). Segundo Garcia et al. (1992), esta técnica já vem sendo utilizada desde o início do século XX.

A amônia e a ureia são fontes de nitrogênio não proteico que proporcionam redução no teor de fibra em detergente neutro, facilitando a solubilização parcial da hemicelulose, melhorando a digestibilidade e o consumo de alimento pelos ruminantes (ROSA e FADEL, 2001; PIRES et al., 2004). Zhao et al. (2016), ressaltaram que a casca de bambu amonizada, refletiu em diminuição de até 6,6% de fibra em detergente neutro, proporcionando aumento da energia e degradabilidade no rúmen, além da vantagem de fornecer nitrogênio não proteico, consequentemente, aumentou o teor de PB do material tratado.

Além de elevar o teor de compostos nitrogenados, a presença da amônia na forragem desestrutura o complexo formado pelos componentes da fibra, possibilitando maior área de exposição desta aos microrganismos, aumentando a utilização da fração fibrosa (PIRES et al., 2004).

Outra vantagem deste tipo de tratamento é a ação antifúngica eficiente no material amonizado (REIS et al., 1997). Bezerra et al. (2014) notaram que a adição de ureia foi eficiente na redução da população de mofos e leveduras, reduzindo de 6,50 log UFC/g no feno sem tratamento com ureia para 3,65 log UFC/g quando adicionados 4% de ureia no feno, demonstrando o efeito fungistático da amonização.

Visando a conservação do material, para se obter eficiência no tratamento, deve-se aplicar de 1,0 a 1,5% de amônia anidra e de 3,0 a 5,0% de ureia, com base na MS, já quando se deseja melhorar a qualidade do material com baixa digestibilidade, usa-se de 2,0 a 4,0% de amônia anidra e de 7,0 a 8,0% de ureia (PIRES et al. 2004), sendo necessário que as pilhas de forragem amonizada fiquem fechadas por um período de quatro semanas nas condições de clima tropical (SILVA et al., 2016).

A casca de feijão-fava apresenta melhor degradabilidade da fibra em detergente neutro quando amonizada com 6% de ureia, mesmo sem melhorar a degradabilidade da matéria seca (SILVA et al., 2017).

Os teores de fibra em detergente neutro e em detergente ácido de *Paspalum notatum* diminuíram linearmente com o aumento da dose de ureia (PADUA et al., 2011). Os autores atribuíram este resultado, ao fato da amônia decorrente da decomposição da ureia atuar sobre a hemicelulose, promovendo a dissolução das ligações entre as moléculas e a solubilização parcial deste componente.

Em suma, a amonização possibilita à forragem diminuição no conteúdo de hemicelulose, aumento nos teores de proteína bruta, resultando na melhoria da qualidade e digestibilidade do alimento.

### **3.0. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo geral**

Determinar a composição químico-bromatológica e degradabilidade *in situ* do restolho da cultura do abacaxi ‘Perola’ ensilado com diferentes níveis de feno de leucena ou fenado e amonizado.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Determinar:

- A composição químico-bromatológica da silagem e do feno de restolho da cultura do abacaxi amonizado com ureia;
- As perdas decorridas durante o processo de ensilagem;
- A cinética da degradabilidade *in situ* das silagens e do feno amonizado.

#### 4.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCANJO, A.H.M.; SOARES, N.A.; OLIVEIRA, A.R.; PEREIRA, K.A.; ANÉSIO, A.H.C. Silagem de Leguminosas: Revisão de Literatura. **Nutritime Revista Eletrônica**, ISSN: 1983-9006, Viçosa, v.13, n.3, p.4702-4710, mai/jun, 2016.

BAXTER, H. D.; MONTGOMERY, M. J.; OWEN, J. R. Comparison of soybean-grain sorghum silage with corn silage for lactating cows. **Journal Dairy Science**, Syracuse, v. 67, n. 1, p. 88-96, 1984.

BEZERRA, H.F.B.; SANTOS, E.M.; OLIVEIRA, J.S.; PINHO, R.M.A.; PERAZZO, A.F.; SILVA, A..P.G.; RAMOS, J.P.F.; PEREIRA, G.A. Fenos de capim-buffel amonizados com ureia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.15, n.3, p.561-569 jul.-set., 2014.

BROGIN JUNIOR, W. Qualidade Nutricional de Silagem de Milho com Diferentes Densidades e Altura de Corte da Planta. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Graduação em zootecnia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

CUNHA, M. G. G.; OLIVEIRA, E. R.; RAMOS, J. L. F.; ALCÂNTARA, M. D. B.; Conservação e utilização do resíduo de abacaxi na alimentação de ovinos no Curimataú Ocidental da Paraíba. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3, n. 3, p. 55-62, set. 2009.

EICHELBERGER, L.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Efeitos da inclusão de soja ou feijão miúdo e uso de inoculante na qualidade da silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 4, p.667-674, 1997.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; LOPES, J.; SOARES, L.Q. Composição bromatológica de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) aditivadas com forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) Dewit). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 429-435, mar.-abr., 2005.

FAGUNDES, N.S e FAGUNDES, N.S. Restos Culturais do Abacaxizeiro na Alimentação de Ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**. art. 113, v.07, n. 03, p.1243-1247, mai-jun, 2010.

FAO- Food and Agriculture organization of the United Nations. **FAOSTAT, Countries by commodity**. Pineapples, 2014. Quantity, disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 10 de abr. de 2017.

FARIA, D.J.L.; GARCIA, R.; TONUCCI, R.G.; TAVARES, V.B.; PEREIRA, O.G.; FONSECA, D.M. Produção e composição do efluente da silagem de capim-elefante com casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.471-478, 2010.

FERREIRA, D.J.; LANA, R.P.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; VELOSO, C.M.; RIBEIRO, G.A. Silage fermentation and chemical composition of elephant grass inoculated

with rumen strains of *Streptococcus bovis*. **Animal Feed Science and Technology**, v.183, n.1, p.22-28, 2013.

GARCIA, R.; NEIVA, J. N. M.; OLIVEIRA FILHO, G. S.; LÔBO, R. N. B. Amonização de forragens de baixa qualidade e a utilização na alimentação de ruminantes. In: Simpósio de utilização de subprodutos agroindustriais e resíduos de colheita na alimentação de ruminantes, **Anais**. p. 83-98, 1992.

HERRERA, M.L.; JONES, R.W.C.; BOURRILLÓN, A.R. Meta-análisis de los subproductos de piña (*Ananas comosus*) para la alimentación animal. **Agronomía Mesoamericana**. v.25,n.2, p.383-392, 2014.

HERRERA, M.L.; JONES, R.W.C.; BOURRILLON, A.R. Valoración nutricional de ensilajes de corona de piña con adición de heno y urea. **Nutrición Animal Tropical**, v.9, n.2, p.65-90, 2015.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal - PAM**. Rio de Janeiro, v. 42, p.1-57, 2015.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Pecuária Municipal - PAM**. Rio de Janeiro, v. 44, p.1-51, 2016.

KEADY, T. W. J.; HANRAHAN, J. P.; MARLEY, C.L.; SCOLLAN, N. D. Production and utilization of ensiled forages by beef cattle, dairy cows, pregnant ewes and finishing lambs - A review. **Agricultural and Food Science** , v. 23, p.70-92, 2013.

KUNG JR., L. Side effects of microbial inoculants on silage fermentation In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 1., 2009, São Pedro. **Proceedings**. Piracicaba: FEALQ, p.7-26, 2009.

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; SOUZA, M.A; OLIVEIRA, F.A.. Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, v.61, p.635-647, 2009.

LUTHER, H. E. An Alphabetical List of Bromeliad Binomials. 11th Edn. **The Bromeliad Society International Sarasota**, Florida, USA. 114p. 2008.

MARIN, C. M.; SUTTINI, P. A.; SANCHES, J. P. F.; BERGAMASCHINE, A. F. Potencial produtivo e econômico da cultura do abacaxi e o aproveitamento de seus subprodutos na alimentação animal. **Ciências Agrárias e da Saúde**, Andradina, v.2, n.1, p.79-82, 2002.

MATELJAN, G. The Worlds Healthiest foods. Mateljan,G (eds).United States, Seattle WA. 2007.

MAURER, H.R.. Bromelain: biochemistry, pharmacology and medical use [review]. **Cellular and Molecular Life Sciences**. 58: p 1234-1245. 2001.

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

MISSIO, R.L. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v.65, n.250, p.267-278. 2016.

MORAES, G.J.; COSTA, C.; MEIRELLES, P.R.L.; OLIVEIRA, K.; FACTORI, M.A.; ROSALES, L.A.; SANTOS, T.A.B. Produtividade e valor nutritivo das plantas de milho de textura dentada ou dura em três estádios de colheita para silagem. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.65, n.2, p.155-166, abr.-jun., 2008.

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

NASCIMENTO, T.V.C.; CARVALHO, G.G.P.; FREITAS JÚNIOR, J.E. SOUZA, W.F. Volumosos tratados com aditivos químicos: valor nutritivo e desempenho de ruminantes. **Archivos de Zootecnia**. v.65, n.252, p. 593-604. 2016.

NEGRÃO, F.M.; ZANINE, A.M.; SOUZA, A.L.; CABRAL, L.S.; FERREIRA, D.J.; DANTAS, C.C.O. Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim *Brachiaria decumbens* com inclusão de farelo de arroz. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v.17, n.1, p.13-25 jan.-mar., 2016.

NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M.R.; FARIA, M.V.; UENO, R.K.; REINERH, L.L.; DURMAN, T. Aditivos químicos utilizados em silagens. **Pesquisa aplicada e Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, mai-ago, 2010.

OLIVEIRA, M.R.; NEUMANN, M.; MENDES, M.C.; FARIA, M.V.; NERI, J. Resposta econômica na terminação de novilhos confinados com silagens de milho (*Zea mays* L.), em diferentes estádios de maturação, associadas a dois níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.2, p.87-95, 2011.

PACHECO, W.F.; CARNEIRO, M.S.S.; EDVAN, R.L.; ARRUDA, P.C.L.; CARMO, A.B.R. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum) com feno de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp). **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n. 2, p. 240 - 246, abr./ jun., 2013.

PADUA, F. T.; ALMEIDA, J. C. C.; NEPOMUCENO, D. D.; CABRAL NETO, O.; DEMINICIS, B.B. Efeito da dose de uréia e período de tratamento sobre a composição do feno de *Paspalum notatum*. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.29, p. 57-62, 2011.

PARIS, W.; ZAMARCHI, G.; PAVINATO, P.S.; MARTIN, T.N. Qualidade da silagem de aveia preta sob efeito de estádios fenológicos, tamanhos de partícula e pré-murchamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.16, n.3, p.486-498 jul-set, 2015.



PEREIRA, D.S. Cana-de-açúcar em monocultivo e consorciada com feijão-guandu visando a produção de silagens. **Dissertação**. Programa de pós-graduação em agroecologia, Universidade Federal de Viçosa, 2017.

PEREIRA, R.C.; EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; SALVADOR, F.M.; MACIEL, G.A. Efeitos da inclusão de forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) Dewit) na qualidade da silagem de milho (*Zea mays* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 924-930, jul.-ago., 2004.

PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.V.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; SILVA, F.F.; SILVA, P.A. E VELOSO, C.M. Novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1078-1085, 2004.

QUINTELLA, C.M.; TEIXEIRA, L.S.G.; KORN, M.G.A.; NETO, P.R.C.; TORRES, E.A.; CASTRO, M.P.; JESUS, C.A.C. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. **Química Nova**, v.32, n.3, p.793-808, 2009.

REIS, R.A.; PANIZZI, R.C.; ROSA, B.; RODRIGUES, L.R.A.; NASCIMENTO, J.M. Efeitos da amonização sobre a ocorrência de fungos, composição química e digestibilidade *in vitro* de fenos de grama Seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.3, p. 454-460, 1997.

ROSA, B.; FADEL, R. Uso de amônia anidra e de uréia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas. In: Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. 2001. Maringá. **Anais**. UEM/CCA/DZO. Maringá. p. 41. 2001.

RUIZ, E. M.; RUIZ, A. Metodologias para investigaciones sobre conservación y utilización de ensilagens. In: INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. **Nutrición de ruminantes**: guia metodológico de cooperación. San José, p. 179-218, 1990.

SALAZAR, J.AE.; GRANADOS, C.M.C. Características nutricionales de la cáscara de piña ensilada con cantidades crecientes de urea y heno. **Nutrición Animal Tropical**, v.8, n.2, p. 51-71, 2014.

SAMPAIO, C.B.; DETMANN, E.; LAZZARINI, I.; SOUZA, M.A.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.560-569, 2009.

SANTOS, S.C.; FERNANDES, J.J.R.; CARVALHO, E.R.; GOUVEA, V.N, LIMA, M.M.; DIAS, M.J. Utilização da silagem de restos culturais do abacaxizeiro em substituição à silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.15, n.4, p. 400-408, out./dez. 2014a.

SILVA, J.S. Perfil fermentativo de silagens mistas de capim xaraés e estilosantes Campo Grande. **Dissertação**. Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2014.

SILVA, R.N.P.; ALVES, A.A.; GARCEZ, B.S.; MOREIRA FILHO, M.A.; OLIVEIRA, M. E.; MOREIRA, A.L.; AZEVÊDO, D.M.M.R.; PARENTE, H.N. Degradabilidade ruminal de casca de vagem de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) amonizada com ureia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.18, n.1, p.26-37 jan./mar., 2017.

SILVA, V.L.; BORGES, I.; ARAÚJO, A.R.; COSTA, H.H.A.; ALVES FILHO, F.M.; FRUTUOSO, F.I.A.; SILVA, R.H.P.; ALCÂNTARA, P.B.X. Efeito do tratamento químico sobre a digestibilidade de volumosos e subprodutos agroindustriais. **Acta Kariri Pesquisa e Desenvolvimento**, Crato/CE, v.1, n.1, p.29-37, nov., 2016.

SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; PIRES, A. J. V.; BERNARDES, T. F.; ROTH, M. T. P. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.103-112, 2010.

SUKSATHIT, S.; WACHIRAPAKORN, C.; OPATPATANAKIT, Y. Effects of levels of ensiled pineapple waste and pangola hay fed as roughage sources on feed intake, nutrient digestibility and ruminal fermentation of Southern Thai native cattle. **Journal Science and Technology**, v.33, n.3, p. 281-289, 2011.

SUPHALUCKSANA W.; SANGSOPONJIT S.; SRIKIJKASEMWAT K. Using leucaena to improve the quality of pineapple plant silage, **Chemical Engineering Transactions**, v.58, p. 847-852, 2017.

TAVARES, V.B.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; FIGUEIREDO, H.C.P.; ÁVILA, C.L.S.; LIMA, R.F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.40-49, 2009.

WOOLFORD, M. 1984. **The silage fermentation**. New York. Marcel Deckker. p. 350.

ZHAO, L.; REN, L.; ZHOU, Z.; MENG, Q.; HUO, Y.; WANG, F. Improving ruminal degradability and energetic values of bamboo shoot shell using chemical treatments. **Animal Science Journal**. v.87, n.7, p.896-903, mar., 2016.

## **CAPÍTULO II – Valor nutritivo da silagem do restolho de abacaxi ‘Pérola’ associado a diferentes níveis de feno de leucena**

**RESUMO:** Objetivou-se com este trabalho determinar o valor nutritivo da silagem do restolho de abacaxi (RA) ‘Pérola’ com diferentes níveis de feno de leucena. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos (RA pré-emurcheado e RA com 0, 10, 20, 30 e 40% de inclusão de feno de leucena com base na matéria natural), com cinco repetições. O teor de matéria seca, proteína bruta, lignina e pH da silagem aumentaram linearmente ( $P < 0,05$ ) em função da inclusão do feno de leucena, enquanto o poder tampão, o teor de carboidratos solúveis e as perdas por efluentes apresentaram comportamento linear negativo. Para as variáveis perda por gases e recuperação de matéria seca da silagem observou-se comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) conforme o acréscimo de feno de leucena. Não observou-se efeito dos tratamentos nos dados referentes à FDN, FDA, hemicelulose e cinzas. Quanto ao desaparecimento ruminal da MS, houve efeito da adição de leucena ( $P < 0,05$ ) e dos tempos de incubação ( $P < 0,05$ ), contudo, não houve efeito da interação adição de feno x tempo de incubação ( $P = 0,8142$ ). Com o aumento dos níveis de inclusão houve diminuição no desaparecimento ruminal da MS. O desaparecimento da MS do RA pré-emurcheado apresentou diferença dos tratamentos com 30 e 40% de inclusão de feno no tempo de incubação 72h. Os valores da fração *a* foram semelhantes entre si, exceto a observada para RAPE. A fração insolúvel potencialmente degradável e a degradação potencial apresentaram aumento quando adicionado 10% de feno de leucena e, a partir daí, decresceram com o aumento dos níveis de inclusão. A degradabilidade efetiva da MS apresentou valores mais elevados para as silagens sem ou com os menores níveis de inclusão de feno de leucena. Para taxas de passagem, os valores de degradabilidade efetiva variaram de 37,55% para a silagem com 30% de inclusão de feno de leucena a uma taxa de 8,0%/h a 59,85% para a silagem com restolho de abacaxi pré-emurcheado a uma taxa de 2%/h. A adição do feno de leucena à silagem de RA promove melhorias na composição química e diminuição nas perdas da silagem, porém, dificulta a degradabilidade da MS, sendo indicada a adição de 10% de feno de leucena à silagem de RA.

**Palavras-chave:** *Ananas comosus* var. *comosus*, conservação de forragem, ruminantes

### **Nutritive value of 'Pérola' pineapple stover silage associated with different levels of leucena hay**

**ABSTRACT:** The objective of this work was to determine the nutritive value of the 'Pérola' pineapple stover (PS) silage with different levels of leucine hay. A completely randomized design with six treatments (PS pre-wilting and 0, 10, 20, 30 and 40% inclusion of leucene hay based on natural matter) was used, with five replications. The content of dry matter, crude protein, lignin and pH of the silage increased linearly ( $P < 0.05$ ) as a function of the inclusion of leucine hay, while buffer power, soluble carbohydrate content and effluent losses presented linear behavior negative. For the variables gas loss and dry matter recovery of the silage, a quadratic behavior was observed ( $P < 0.05$ ) as the increase of leucine hay. No effect of the treatments was observed on NDF, ADF, hemicellulose and ash data. In relation to ruminal disappearance of DM, there was an effect of the addition of leucine ( $P < 0.05$ ) and incubation

times ( $P < 0.05$ ), however, there was no effect of the addition of hay  $\times$  incubation time ( $P = 0.8142$ ). With the increase of inclusion levels, there was a decrease in the ruminal disappearance of DM. DM disappearance in PS pre-wilting showed difference of the treatments with 30 and 40% of hay inclusion in the incubation time 72h. The values of fraction a were similar to each other, except that observed for PSPE. Potentially degradable insoluble fraction and potential degradation increased when 10% leucine hay was added and then decreased with increasing inclusion levels. The effective DM degradability presented higher values for the silages with or without the lower inclusion levels of leucene hay. For passage rates, the effective degradability values ranged from 37.55% for silage with 30% inclusion of leucine hay at a rate of 8.0% / h a to 59.85% for pre-stressed pineapple silage - hed at a rate of 2% / h. The addition of leucene hay to PS silage promotes improvements in the chemical composition and decrease in silage losses, however, it makes DM degradability difficult, and the addition of 10% leucene hay to PS silage is indicated.

**Key Words:** *Ananas comosus* var. *comosus*, forage conservation, ruminants

### **Introdução**

Na produção pecuária, a alimentação dos animais se torna escassa e geralmente mais onerosa nos períodos críticos do ciclo anual de produção de forragens, com isso, a utilização de alimentos alternativos vem crescendo como forma de mitigar a falta do alimento durante este período.

Uma das possíveis alternativas é o restolho de abacaxi (RA), que são as plantas de abacaxi que ficam no campo após a colheita dos frutos, constituindo-se como possível fonte de energia para ruminantes. Segundo Herrera et al. (2014) esse restolho apresenta 25,2% de matéria seca, 7,6% de proteína bruta, 60,8% de fibra em detergente neutro, 34,7% de fibra em detergente ácido, 42% de celulose, 53% de hemicelulose, 6,6% de lignina, 21,9% de carboidratos não fibrosos e 63,80% de nutrientes digestíveis totais, sendo este último valor, superior ao encontrado usualmente em gramíneas e leguminosas tropicais.

Quando se ensila espécies forrageiras não convencionais a esse processo, é preciso tomar alguns cuidados especiais para que se diminua ao máximo as perdas, mantendo assim todo o potencial produtivo e qualitativo da cultura utilizada (REZENDE et al., 2008).

O RA possui elevado teor de carboidratos solúveis (CHOs), acima do exigido para obtenção de boa silagem, 8% (MAHANNA, 1994), porém, com reduzido teor de MS, não atendendo o mínimo exigido para que ocorra fermentação desejável no processo de ensilagem, o qual deve ser de 30 a 35% (MCDONALD et al., 1991) o que, quando submetidas ao processo de ensilagem, segundo Neumann et al. (2010), apresentam alta

produção de ácido total, o que reflete em uma maior exigência de CHOs disponíveis para compor os substratos necessários ao desenvolvimento das bactérias lácticas, além de aumentar perdas de nutrientes por efluentes (RAZAK et al., 2012).

O uso de aditivos absorventes ou o emurchecimento da forragem têm sido os procedimentos mais indicados no controle do excesso de produção de efluentes em silagens (TAVARES et al., 2009). As perdas por efluentes devem ser controladas visando manter na solução os carboidratos e compostos nitrogenados solúveis, ácidos orgânicos e minerais, evitando o aumento da concentração dos componentes da parede celular na silagem (FARIA et al., 2010; NEGRÃO et al., 2016).

Forrageiras que apresentam alto teor de umidade, baixa quantidade de carboidratos solúveis e alto poder tampão, têm dificuldade em baixar o pH durante o processo de ensilagem, levando à fermentações indesejáveis (FERREIRA et al., 2013), resultando em um material de baixa qualidade. O uso de leguminosas associadas às gramíneas forrageiras no processo de ensilagem constitui alternativa que visa aumentar o teor de PB da silagem, favorecendo também, o teor de cálcio e fósforo (BAXTER et al., 1984), porém, apresentam alto poder tampão e baixo teor de carboidratos solúveis (COUTINHO et al., 2015).

Assim, objetivou-se determinar a composição química, parâmetros fermentativos e a degradabilidade *in situ* da silagem do restolho de abacaxi 'Pérola' com adição de feno de leucena.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no setor de Forragicultura, do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, em Chapadinha, MA.

O restolho de abacaxi (RA) foi coletado na cidade de São Domingos do Maranhão-MA, após quinze dias da colheita dos frutos. O RA foi picado em picadeira mecanizada em partículas de 15 mm, sendo uma parte separada para o tratamento pré-emurchecido (em exposição ao sol durante oito horas), e o restante, imediatamente homogeneizado com as devidas proporções de feno de leucena e ensilado.

Para confecção do feno, a leucena foi colhida do banco de proteína localizado no setor de Forragicultura da Universidade Federal do Maranhão, 60 dias após o último corte. Coletou-se ramos de até 0,80 cm de diâmetro, sendo posteriormente picados em picadeira mecanizada

e desidratados sobre a exposição solar até a condição de feno, obtendo-se um material com 91% de matéria seca.

No momento inicial da ensilagem, foram coletadas amostras do material original do RA e do feno de leucena para determinação da composição químico-bromatológica (Tabela 1), além de amostras dos tratamentos para determinação da MS para posterior uso nos cálculos de perdas e recuperação de MS.

**Tabela 1.** Composição químico-bromatológica do restolho de abacaxi ‘Pérola’ e do feno de leucena [*Leucaena leucocephala* (Lam.)] utilizados para produção de silagem.

Composição química (% na MS)	Restolho de abacaxi	Feno de leucena
Matéria seca (% da matéria natural)	19,11	91,17
Proténa Bruta	6,26	17,81
Carboidratos solúveis	11,68	6,54
Fibra em detergente neutro	51,40	43,60
Fibra em detergente ácido	26,90	23,90
Hemicelulose	24,50	19,70
Lignina	4,87	9,74
Cinzas	15,57	13,82
Poder Tampão*	51,67	22,48

\* = e.mg NaOH 100g.MS<sup>-1</sup>

Para avaliação da composição química e qualidade da silagem, adotou-se delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos (RA pré-emurchecido e RA com 0, 10, 20, 30 e 40% de inclusão de feno de leucena com base na matéria natural), e cinco repetições.

Para confecção das silagens utilizou-se silos de PVC com 0,10 m de diâmetro e 0,35 m de altura, dotados de válvulas de Bunsen para permitir o escape dos gases oriundos da fermentação e com 1 Kg de areia lavada para quantificar perdas por efluentes. Em cada silo, alocaram-se em média 2,063 Kg da mistura *in natura*, separada da areia por tela sombrite. Após o enchimento, os silos foram vedados utilizando-se tampa de PVC (tipo *taps*) revestida por plástico e fita plástica adesiva.

Após 60 dias, realizou-se a abertura dos silos, descartando a silagem das extremidades e coletando-se em seguida amostras da parte central, referentes a cada unidade experimental.

Com as amostras ainda frescas, mediu-se o pH com 9g de amostra em 60 mL de água destilada e o poder tampão de acordo com a metodologia de Playne e McDonald (1996). O

restante das amostras foram pré-secas por 72 horas em estufa de ventilação forçada a 65°C e, em seguida, moídas em moinho tipo *Willey* com peneira de 5 mm para as análises de degradabilidade e a 2 mm para as análises químicas.

As perdas por gases, efluentes e recuperação de matéria seca foram contabilizadas conforme descrito por Jobim et al. (2007) conforme as fórmulas abaixo:

Perdas por gases:  $PG = ((PSf - Psa)/(MFf \times MSf)) \times 100$ , onde: PG = perda de gases durante o armazenamento (% da MS inicial); PSf = peso do silo na ensilagem; Psa = peso do silo na abertura; MFs = massa de forragem na ensilagem; MSf = teor de MS da forragem ensilada. Perdas por efluentes:  $PE = (Pef \times 1.000)/Mvi$ , onde: PE = perdas por efluentes; Pef = peso de efluente (peso do conjunto vazio após a abertura – peso do conjunto vazio antes do enchimento); Mvi = quantidade de massa verde de forragem ensilada. Recuperação de matéria seca:  $RMS = ((MFab \times MSab)/(MFfe \times MSfe)) \times 100$ , onde: RMS = índice de recuperação de matéria seca; MFab = massa de forragem na abertura; MSab = teor de MS na abertura; MFfe = massa de forragem no fechamento; MSfe = teor de MS da forragem no fechamento.

De posse das amostras secas e moídas, foram determinados os teores de matéria seca (MS), cinzas e proteína bruta (PB), seguindo metodologia da AOAC (2012), carboidratos solúveis totais (CST) utilizando o método do ácido sulfúrico concentrado, descrito por Dubois et al. (1956). Fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), e hemicelulose (HC) foram analisadas conforme metodologia de Van Soest et al. (1991).

A degradabilidade *in situ* da matéria seca (DMS) e da fibra em detergente neutro (DFDN) da silagem foi determinada utilizando-se três bovinos mestiços fistulados no rúmen, com peso vivo médio de 700 kg, alimentados com dieta à base de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) picado e concentrado, constituído de milho, farelo de soja e sal mineral, formulado segundo exigências do NRC (2001). As amostras da silagem foram colocadas em sacos de náilon com dimensões de 12 x 8 cm e porosidade 50 µm (NOCEK, 1988) e incubados nos tempos 0, 6, 24, e 72 horas (SAMPAIO, 1988).

Para determinação do desaparecimento do material no tempo zero (fração solúvel *a*) os sacos foram colocados em banho maria por uma (1,0) hora à temperatura de 39 °C (MAKKAR, 1999). Após este tempo, os sacos foram lavados juntamente com as amostras incubadas no rúmen, sendo lavados até a água mostrar-se límpida, em seguida foram colocados em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas à temperatura de 55°C e, após

pré-secagem, foram pesados e analisados quanto ao teor de MS, visando estimar sua degradabilidade.

Os parâmetros de degradação *in situ* da MS (*a*, *b* e *c*) foram estimados pelo modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979), modificado e simplificado por Sampaio (1995):  $DP=A-B.e^{-c.t}$ , em que: A= potencial máximo de degradação (fração solúvel), B= fração potencialmente degradável, c= taxa de degradação da fração b e t= tempo.

A degradabilidade efetiva (DE) da MS foi estimada considerando-se três taxas de passagens ruminal 2; 5 e 8% h<sup>-1</sup>, por intermédio da equação descrita por Ørskov e McDonald (1979):  $DE = a+(b*c/c+k)$ , onde: a = fração solúvel; b = fração potencialmente degradável, c = taxa de degradação da fração b, k = taxa de passagem.

Para o ensaio de degradabilidade adotou-se o delineamento em blocos ao acaso disposto em parcelas subdivididas, sendo as parcelas os seis tratamentos e nas subparcelas os tempos de incubação (0; 6; 24; e 72 h), com três repetições. Os dados foram submetidos a testes que assegurassem as prerrogativas básicas (testes de Homocedasticidade e Normalidade), e submetidos à análise de variância e teste de Dunnett.

Os parâmetros *a*, *b* e *c* e as curvas de degradação *in situ* foram determinados segundo o método de Gauss-Newton, pelo PROC NLIN do SAS (2002). Foi utilizado teste de Dunnett, para comparar o tratamento pré-emurchecido com os demais e análise de regressão a 5% de probabilidade para explorar os efeitos da adição do feno de leucena com o uso do PROC REG do logiciário estatístico SAS, (2002).

## **Resultados e discussão**

O teor de matéria seca da silagem aumentou linearmente ( $P<0,05$ ) em função da inclusão do feno de leucena, com médias de 21,9%, 27,65%, 31,8%, 36,25%, 43,5% para as silagens com 0; 10; 20; 30 e 40% de inclusão de feno de leucena, respectivamente (Tabela 2). O efeito linear pode ser explicado pelo maior teor de matéria seca do feno de leucena (91,17%) (Tabela 1), com aumento de 0,52% para cada 1% de inclusão do feno de leucena.

A adição de feno de gliricídia à silagem de capim-elefante resultou em comportamento linear positivo à medida que se incluiu feno da leguminosa à silagem, com 0,72% de aumento no teor de MS para cada 1% de inclusão (PACHECO et al. 2013).



A inclusão de 10% de feno de leucena à silagem foi semelhante à silagem com RA pré-emurchecido (Tabela 2). Todas as silagens com inclusão de feno de leucena apresentaram teor de MS superior à silagem de RA pré-emurchecido.

Quando comparados os teores de MS do tratamento com 40% de inclusão de feno de leucena com a silagem de RA sem pré-emurchecimento, nota-se 98,6% de aumento no teor de MS, já o pré-emurchecimento do RA proporcionou um aumento de 23,3% no teor de matéria seca da silagem, elevando sua MS para 27%.

Para obter-se boa fermentação na silagem, o teor de matéria seca deve está entre 26 e 35% (RUIZ e RUIZ, 1990), com o uso do feno de leucena esses valores foram alcançados com 7,9% e 25,3% de inclusão de feno.

**Tabela 2.** Matéria seca, pH, poder tampão, carboidratos solúveis, produção de gases, produção de efluentes e recuperação de matéria seca de silagem do restolho de abacaxi ‘Pérola’ com diferentes níveis de inclusão de feno de leucena.

Variável	RAPE	Níveis de inclusão (%)					EPM	R <sup>2</sup>
		0	10	20	30	40		
MS (%) <sup>1</sup>	27,00	21,9*	27,65	31,80*	36,25*	43,50*	1,34	0,97***
pH <sup>2</sup>	3,81	3,73*	3,82	3,90*	3,97*	4,06*	0,02	0,94***
PT (e.mg NaOH 100g.MS <sup>-1</sup> ) <sup>3</sup>	98,35	102,42	79,59*	56,16*	52,23*	40,44*	4,56	0,87***
CHOs (%) <sup>4</sup>	3,62	3,91	3,05	2,41	1,81*	1,12*	0,23	0,56***
PG (%) <sup>5</sup>	3,73	3,28	3,67	1,54*	1,22*	0,82*	0,27	0,83***
PE (%) <sup>6</sup>	2,97	11,11*	3,98	2,29	1,67	0,63*	0,70	0,71***
RMS (%) <sup>7</sup>	90,73	82,04*	91,06	95,30*	96,80*	97,64*	1,05	0,93***

RAPE= restolho de abacaxi pré-emurchecido; MS= matéria seca; PT= poder tampão; CHOs= carboidratos solúveis; PG= perda por gases; PE= perda por efluentes; RMS= recuperação de matéria seca. Médias seguidas de asterisco (\*) diferem do tratamento RAPE pelo teste de Dunnett (P<0,05).

$$1: y = 0,519x + 21,86$$

$$2: y = 0,008x + 3,736$$

$$3: y = -1,513x + 96,434$$

$$4: y = -0,061x + 3,492$$

$$5: y = 0,0005x^2 - 0,088x + 3,463$$

$$6: y = -0,232x + 8,592$$

$$7: y = -0,013x^2 + 0,915x + 82,455$$

O pH da silagem apresentou comportamento linear crescente (P<0,05) conforme o aumento da inclusão do feno de leucena, variando de 3,73 a 4,06 para as silagens com 0 e 40% de inclusão, respectivamente. Para cada 1% de inclusão de feno de leucena, há um aumento de 0,008% no pH da silagem, justificado pela diminuição no teor de carboidratos solúveis, já que as bactérias lácticas produzem o ácido láctico que promove a redução do pH a partir destes carboidratos disponíveis.

O pré-emurchecimento do RA é eficiente para elevar o pH da silagem (de 3,73 para 3,81) (Tabela 2) e mantê-lo na faixa ideal estabelecida por McCullough (1977), que afirma que silagens de boa qualidade apresentam pH variando de 3,8 a 4,2.

Tanto o emurchecimento prévio do material quanto a inclusão de feno de leucena nos níveis de 10% a 40%, concorreram para que a silagem apresentasse pH na faixa ideal, porém, a análise exclusiva do pH não deve ser tomada como parâmetro para avaliação da qualidade fermentativa da silagem, pois seu efeito inibidor depende do teor de umidade do material ensilado e da velocidade de declínio de sua concentração iônica (PACHECO et al., 2013).

Com o aumento dos níveis de inclusão do feno de leucena, o poder tampão (PT) da silagem apresentou comportamento linear negativo ( $P < 0,05$ ), variando de 102,42 a 40,44 e.mg NaOH 100g.MS<sup>-1</sup> nos níveis 0 e 40% de inclusão, respectivamente, onde nota-se diminuição de 1,5% no PT para cada 1% feno de leucena acrescentado à silagem. O emurchecimento prévio do RA não é suficiente para diminuir o PT da silagem, já a inclusão do feno de leucena mostra-se eficiente (Tabela 2).

Herrera et al., (2009) observaram poder tampão de 139,28 meq NaOH 100g.MS<sup>-1</sup>, em silagem de restolho de abacaxi sem aditivo, valor superior ao obtido nesta pesquisa quando se ensilou somente RA (102,42 e.mg NaOH 100g.MS<sup>-1</sup>).

Embora as leguminosas apresentem alto valor nutritivo, estas possuem alguns fatores indesejáveis para o adequado processo de fermentação da massa ensilada, como alta umidade no momento da colheita, alto poder tampão e baixo teor de carboidratos solúveis (COUTINHO et al., 2015), segundo McDonald (1981), essas características dificultam o rápido decréscimo do pH, favorecendo assim fermentações secundárias e indesejáveis devido a ação de bactérias butíricas, que irão diminuir o lactato produzido e açúcares residuais. Por outro lado, a baixa relação carboidratos solúveis/poder tampão, pode ser compensada quando se eleva os teores de matéria seca do material, fato que foi registrado nesta pesquisa, onde observou-se que mesmo com alto poder tampão, houve diminuição do pH a níveis adequados.

O teor de carboidratos solúveis (CHOs) decresceu com o aumento dos níveis de inclusão de feno de leucena ( $P < 0,05$ ), variando de 3,91% a 1,12% para as silagens com 0 e 40% de inclusão de feno de leucena, respectivamente, valores abaixo da meta, considerando silagens de gramíneas e leguminosas (4 a 6%) (MAHANNA, 1994). Observou-se uma redução de 0,061% para cada 1% de feno de leucena adicionado, porém, nota-se que apenas os tratamentos com 30 e 40% de inclusão apresentaram teor de CHOs inferior à silagem de

RAPE. A redução de acordo com os níveis de inclusão pode ser explicada pela menor concentração de CHOs provenientes do feno de leucena em relação ao RA, como evidencia a Tabela 1.

Os carboidratos solúveis da silagem são utilizados pelas bactérias do ácido láctico que os convertem principalmente a ácido láctico, ácido acético, etanol e dióxido de carbono, a proporção destes é dependente da espécie de microrganismo atuante (MUCK, 2010), portanto, a maior quantidade de CHOs presente na silagem é essencial para produção de ácido láctico, principal promotor da conservação anaeróbia (SENGER et al., 2005).

Para a variável perda por gases (PG), foi observado efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) conforme adição do feno de leucena. Observaram-se dois comportamentos distintos, no primeiro, há aumento na PG até o nível de 10% de feno de leucena na silagem, que é explicado pelo seu baixo teor de MS. Segundo Muck (1996) a produção de gás da massa ensilada é consequência da ocorrência de fermentação secundária, ou seja, indesejável. Quando se tem o teor de matéria seca relativamente baixo, há favorecimento no desenvolvimento de enterobactérias, bactérias do gênero *Clostridium* e microrganismos aeróbicos, que concorrem para fermentação secundária (SANTOS et al., 2014). Em segundo momento, há diminuição na PG, que justifica-se com o acréscimo no teor de matéria seca da silagem.

Observou-se que o emurchecimento prévio do RA não foi suficiente para minimizar as perdas por gases, sendo necessária a inclusão de feno de leucena a partir de 20% para alcançar esse objetivo, porém, a técnica bem como a inclusão de feno de leucena, mostrou-se eficiente para minimizar as perdas por efluentes (PE), apresentando-se como aditivo absorvente de umidade de grande potencial.

As perdas por efluentes são resultados da respiração das plantas e da atividade de microrganismos aeróbicos, podendo induzir perdas de matéria seca e carboidratos (DUNIÈRE et al., 2013). Estando diretamente relacionada ao teor de matéria seca da silagem, nesta pesquisa, essa perda diminuiu de forma linear ( $P < 0,05$ ) em função dos níveis de leucena, verificando diminuição de 0,23% para cada 1% de feno de leucena adicionado a silagem.

Em silagem de capim *Brachiaria decumbens* com inclusão de farelo de arroz, Negrão et al., (2016) observaram comportamento semelhante, havendo uma diminuição de 3,98% na perda por efluentes para cada 1% de farelo de arroz adicionado. Silagens com baixo teor de

matéria seca estão mais suscetíveis ao extravasamento celular, causando maior perda por efluentes (BERNARDINO et al., 2005).

Como consequência dos resultados observados em perdas por gases e efluentes, a inclusão de feno de leucena proporcionou comportamento quadrático para a recuperação de matéria seca (RMS), onde, a maior recuperação (97,7%) foi obtida com 35,2% de inclusão de feno de leucena. Observou-se que o tratamento com 0% de inclusão apresentou menor RMS e os tratamentos com 20, 30 e 40% de inclusão proporcionaram maior recuperação quando comparados ao tratamento com material pré-emurchecido.

Andrade et al. (2010) relataram elevação na RMS de silagem de capim-elefante utilizando subprodutos agrícolas como aditivo absorvente de umidade, observando recuperação média de até 96,9%. O benefício dos aditivos na RMS pode ser comprovado pela redução de perdas na forma de gases e de efluente observados anteriormente na tabela 2.

Observou-se comportamento linear crescente ( $P < 0,05$ ) para o teor de proteína bruta (PB) com o aumento dos níveis de feno de leucena, variando de 6,24 a 12,92% para adição de 0 e 40%, respectivamente, representando aumento de 0,18% na PB para cada 1% de inclusão (Tabela 3). O menor nível de adição de feno de leucena (10%) foi suficiente para alterar o teor de PB da silagem, elevando de 6,24 para 9,33% de PB. Tal comportamento pode ser explicado pelo elevado teor de PB contido no feno de leucena (17,81%) em relação ao teor de PB do RA (6,26%) (Tabela 1). A adição de feno de gliricídia à silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum), resultou em teor de PB de 14,26% com a adição de 42,19% de feno (PACHECO, et al., 2013).

**Tabela 3.** Composição bromatológica de silagem do restolho de abacaxi ‘Pérola’ com diferentes níveis de inclusão de feno de leucena.

Variável	RAPE	Níveis de inclusão (%)					EPM	R <sup>2</sup>
		0	10	20	30	40		
PB (%) <sup>1</sup>	6,49	6,24	9,33*	10,90*	12,79*	12,92*	0,54	0,90***
FDN (%) <sup>2</sup>	52,01	54,54	53,30	52,89	52,99	51,29	0,41	0,24 <sup>NS</sup>
FDA (%) <sup>3</sup>	29,70	31,08	30,73	30,12	28,77	28,81	0,33	0,24 <sup>NS</sup>
HEM (%) <sup>4</sup>	22,31	22,30	22,57	22,77	23,22	22,48	0,17	0,02 <sup>NS</sup>
Lignina (%) <sup>5</sup>	4,63	5,01	7,12*	8,09*	9,13*	9,96*	0,37	0,93***
Cinzas (%) <sup>6</sup>	14,28	14,82	14,78	14,90	14,42	14,32	0,14	0,07 <sup>NS</sup>

RAPE= restolho de abacaxi pré-emurchecido; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; HEM= hemicelulose. Médias seguidas de asterisco (\*) diferem do tratamento RAPE pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ).

1:  $y = 0,182x + 6,927$

4:  $y = 22,48$

2:  $y = 54,36$

5:  $y = 0,119x + 5,478$

3:  $y = 31,20$

6:  $y = 14,92$

Não houve efeito da adição do feno de leucena à silagem de RA para o teor de FDN (54,12%), FDA (31,20%), hemicelulose (22,48%) e cinzas (14,92%), justificado pela semelhança destes componentes nos dois ingredientes da silagem (Tabela 1). Os valores observados para FDN e FDA são semelhantes aos obtidos por Herrera et al. (2009) para silagem de RA com adição de polpa cítrica desidratada.

Houve efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) para o teor de lignina da silagem, com médias de 5,01 a 9,96% sem e com a inclusão da maior quantidade do feno de leucena, respectivamente, com aumento linear de 0,12% de lignina, para cada 1% de inclusão de feno (Tabela 3). Este efeito é explicado pelo teor de lignina do feno de leucena ser o dobro da quantidade de lignina do RA (Tabela 1). Stella et al. (2016), verificaram comportamento semelhante avaliando silagem de milho e silagem de sorgo com diferentes níveis adição de planta inteira de soja.

Observou-se que 10% de inclusão de feno de leucena altera a quantidade de lignina da silagem em relação à silagem com RA pré-emurchecido (Tabela 3). De acordo com Van Soest (1991), há alta correlação negativa entre a quantidade de lignina e o consumo de matéria seca pelos ruminantes. Por ser considerada tóxica aos microrganismos do rúmen e limitar a ação de enzimas hidrolíticas, a lignina em grande quantidade pode se tornar um empecilho na digestão dos polissacarídeos (GRABER, 2005).

O teor de cinzas das silagens apresentou média de 14,6% (Tabela 3), valor próximo ao observado por Herrera et al., (2009) (9,45%) em silagem de RA com polpa cítrica como aditivo. O elevado teor de cinzas pode estar relacionado às quantidades de K, Ca e Mg, que segundo Malavolta et al., (1997), em plantas de abacaxi apresentam-se em média de 26 g.Kg<sup>-1</sup>; 3,5 g.Kg<sup>-1</sup> e 4,5g.Kg<sup>-1</sup>, respectivamente, influenciando diretamente no poder tampão, já que este está ligado a presença desses cátions que neutralizam os ácidos orgânicos provenientes da fermentação, dificultando a redução do pH (WHITTENBURY et al., 1967).

Quanto ao desaparecimento ruminal da MS, houve efeito da adição de leucena ( $P < 0,05$ ) e dos tempos de incubação ( $P < 0,05$ ). Com o aumento dos níveis de inclusão houve diminuição no desaparecimento ruminal da MS, que é explicada pela maior quantidade de lignina proveniente do feno de leucena (Tabela 3), que por sua vez, limita a digestão (VAN SOEST, 1994).

O desaparecimento da MS do RA pré-emurchecido apresentou diferença dos tratamentos com 30 e 40% de inclusão de feno no tempo de incubação 72h, entretanto, não houve essa diferença para os demais tempos (Tabela 4).

Com o aumento do período de incubação, houve maior desaparecimento da MS (Tabela 4), justificado pelo maior tempo de atuação dos microrganismos do rúmen no alimento.

**Tabela 4.** Desaparecimento ruminal da matéria seca (MS%) da silagem do restolho de abacaxi com diferentes níveis de feno de leucena (%), nos tempos de incubação, em bovinos.

Tratamentos	Tempo (h)			Médias	EPM	P value	
	6	24	72			Trat.	Tempo
RAPE	39,81	54,01	71,66	55,16			
0	37,92	50,53	66,33	51,59			
10	36,83	47,84	66,44	50,37			
20	34,42	47,17	61,27	47,62	0,017	<0,0001	<0,0001
30	32,88	44,26	58,40*	45,18			
40	32,33	43,67	57,61*	44,53			
Médias	35,70	47,91	63,62				

RAPE= restolho de abacaxi pré-emurchecido. Médias nas colunas seguidas de asterisco diferem do tratamento RAPE pelo teste de Dunnett (P<0,05).

Os valores da fração que representam a porção prontamente disponível aos microrganismos do rúmen (fração *a*) foram semelhantes entre si, exceto a observada para RAPE. Segundo Pires et al. (2005), a fração *a* da MS da leucena é em torno de 28%, o que influencia diretamente a diminuição dessa fração na silagem de acordo com o aumento dos níveis de inclusão, porém, esta redução não torna-se tão evidente devido a diminuição das perdas por efluentes (Tabela 2), o que favorece a permanência do conteúdo celular na silagem.

Este comportamento torna-se mais evidente, quando compara-se a silagem que foi pré-emurchecida com a não emurchecida sem inclusão de feno de leucena (Tabela 5), onde a maior perda por efluentes desta última silagem influenciou negativamente a fração *a* da MS com a perda do conteúdo celular por meio dos efluentes.

A fração insolúvel potencialmente degradável (*b*) apresentou aumento quando adicionado 10% de feno de leucena e, a partir daí decresceu com o aumento dos níveis de inclusão, explicado pela menor fração *b* presente no feno de leucena (32%) (SANTANA et

al., 2012). A degradação potencial (A) apresentou comportamento semelhante à *b* (Tabela 5), justificado pelo aumento no teor de lignina com a inclusão do feno de leucena (Tabela 3). A lignina, por ser indigestível, age na diminuição da fração fibrosa potencialmente digestível (CASSIDA et al., 2007), podendo ser responsável pela limitação na digestão de forragens (VAN SOEST, 1994).

A degradabilidade efetiva da MS apresentou valores mais elevados para as silagens sem ou com os menores níveis de inclusão de feno de leucena (Tabela 5), novamente, este resultado está atribuído aos diferentes teores de lignina que variaram em consequência dos diferentes níveis de feno de leucena adicionado (Tabela 3). Portanto, o elevado teor de lignina do feno de leucena (9,74%) comparado ao teor de lignina do RA (4,87%), provavelmente foi o responsável pelas menores degradabilidades efetivas das silagens com feno de leucena.

Para taxas de passagem simulando animais em baixo (2%/h), médio (5%/h) e alto consumo (8%/h), os valores de degradabilidade efetiva (DE) variaram de 37,55% para a silagem com 30% de inclusão de feno de leucena a uma taxa de 8,0%/h a 59,85% para a silagem com restolho de abacaxi pré-emurchecido a uma taxa de 2%/h. A menor DE em 8%/h comparada a 2%/h é explicada pelo menor tempo de contato com os microrganismos do rúmen.

**Tabela 5.** Parâmetros da degradabilidade ruminal (*a*, *b* e *c*), degradabilidade potencial (A) e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca nas taxas de passagem 2, 5 e 8%/hora da silagem do restolho de abacaxi com diferentes níveis de feno de leucena.

Tratamentos	<i>a</i> (%)	<i>b</i> (%)	<i>c</i> (%/h)	A	R <sup>2</sup>	Degradabilidade efetiva (%)		
						2 %/h	5 %/h	8 %/h
RAPE	35,72	43,75	2,46	79,47	92,49	59,85	50,15	46,01
0	30,46	42,97	2,44	73,43	89,73	54,07	44,55	40,50
10	31,65	53,59	1,43	85,24	91,84	53,99	43,57	39,78
20	29,89	36,13	2,87	66,02	92,01	51,18	43,07	39,43
30	29,22	35,42	2,46	64,64	75,10	48,76	40,90	37,55
40	29,51	34,09	0,03	63,60	92,68	48,45	40,87	37,63

RAPE= restolho de abacaxi pré-emurchecido; *a* = fração solúvel em água; *b* = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável; *c* = taxa de degradabilidade da fração *b*; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação, A = degradabilidade potencial.

## Conclusão

A adição do feno de leucena à silagem de RA promove melhorias na composição química e diminuição nas perdas da silagem, porém, dificulta a degradabilidade da MS, sendo indicada a adição de 10% de feno de leucena à silagem de RA.

## REFERÊNCIAS

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 19.ed., Association of Official Analytical Chemists International, Arlington, VA, 2012.

BAXTER, H. D.; MONTGOMERY, M. J.; OWEN, J. R. Comparison of soybean-grain sorghum silage with corn silage for lactating cows. **Journal Dairy Science**, Syracuse, v. 67, n. 1, p. 88-96, 1984.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; ROCHA, F. C.; SOUZA, A. L.; PEREIRA, O. G. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia** n.34,p.2185-2191, 2005.

CASSIDA, K. A. *et al.* Comparison of detergent fiber analysis methods for forages high in pectin. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, n.03, p.283-295, 2007.

COUTINHO, J.J.O; COURA, R.A.N.; RODRIGUES, L.M.; ATHAYDE, A.A.R. Efeito de aditivo em silagens de leguminosas forrageiras. **Ciência et Praxis**, v. 8, n.15, p. 53-58, 2015.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical Biochemistry*, v.28, n.3, p. 350-356, 1956.

DUNIÈRE, L.; SINDOU, J.; CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; CHEVALLIER, I.; THÉVENOT-SERGENTET, D. Silage processing and strategies to prevent persistence of undesirable microorganisms. **Animal Feed Science and Technology**, v.182, p. 1-15, 2013.

FARIA, D.J.L.; GARCIA, R.; TONUCCI, R.G.; TAVARES, V.B.; PEREIRA, O.G.; FONSECA, D.M. Produção e composição do efluente da silagem de capim-elefante com casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.471-478, 2010.

FERREIRA, D.J.; LANA, R.P.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; VELOSO, C.M.; RIBEIRO, G.A. Silage fermentation and chemical composition of elephant grass inoculated



with rumen strains of *Streptococcus bovis*. **Animal Feed Science and Technology**, v.183, n.1, p.22-28, 2013.

GRABBER JH. How do lignin composition, structure, and cross-linking affect degradability? A review of cell wall model studies. **Crop Science**. v.45, n.3, p.820-831, 2005.

HERRERA, M.L.; JONES, R.W.C.; BOURRILLÓN, A.R. Meta-análisis de los subproductos de piña (*Ananas comosus*) para la alimentación animal. **Agronomía Mesoamericana**. v.25,n.2, p.383-392, 2014.

HERRERA, M.L.; WINGCHING-JONES, R.; ROJAS-BOURRILLÓN, A. Características fermentativas y nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña (*ananas comosus*). **Agronomía Costarricense**, v.33, n.1, p. 1-15, 2009.

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

LONGO, C.; BUENO, I. C. S.; NOZELLA, E. F.; GODDOY, P. B.; CABRAL FILHO, S. L. S. ABDALLA, A. L. The influence of headspace and inoculum dilution on *in vitro* ruminal methane measurement. **International Congress Series**, v.1293, p.62-65, 2006.

MAHANNA, B. Proper management assures high-quality silage, grains. **Feedstuffs**, p.12-56, 1994.

MAKKAR, H.P.S. Recommendation for quality control of in sacco nylon bag technique. In: First research coordination meeting of the fao/iaea coordinated research project food and agriculture organization of the united nations for use of nuclear and related techniques to develop simple tannin assays for predicting and improving the safety and efficiency of feeding ruminants on tanniferous tree, Viena, 1999. **Proceedings...** Viena: FAO/IAEA, 1999. 3p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. **POTAFOS**, 319 p, Piracicaba, 1997.

MARANHÃO - Governo Do Estado Do Maranhão. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - GEPLAN. Atlas do Maranhão. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão, p.39, 2002.

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

McDONALD, P. Silage fermentation. **Trends in Biochemical Sciences**, v.7, n.5, p.164-166, 1982.

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

McDONALD, P. The biochemistry of silage. New York: **JonhWiley e Sons**, p.226, 1981.

MUCK, R. Inoculant of silage and its effects on silage quality. **In: Informational Conference Dairy Forage Industries US Dairy Forage Research**, Madison, WI. p.43-52, 1996.

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

NEGRÃO, F.M.; ZANINE, A.M.; SOUZA, A.L.; CABRAL, L.S.; FERREIRA, D.J.; DANTAS, C.C.O. Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim *Brachiaria decumbens* com inclusão de farelo de arroz. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v.17, n.1, p.13-25 jan.-mar., 2016.

NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M.R.; FARIA, M.V.; UENO, R.K.; REINERH, L.L.; DURMAN, T. Aditivos químicos utilizados em silagens. **Pesquisa aplicada e Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, mai-ago, 2010.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2051-2069, 1988. Disponível em : [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79781-7](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79781-7)

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, n.1, p.499-508, Mar. 1979. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859600063048>.

PACHECO, W.F.; CARNEIRO, M.S.S.; EDVAN, R.L.; ARRUDA, P.C.L.; CARMO, A.B.R. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum) com feno de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp). **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n. 2, p. 240 - 246, abr. – jun., 2013.

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

POSSENTI, R. A.; FRANZOLIN, R.; SCHAMMAS, E. A.; DEMARCHI, J. J. A. A. FRIGHETTO, R. T. S.; LIMA, M. A. Efeitos de dietas contendo leucaena leucocephala e *Saccharomyces cerevisiae* sobre a fermentação ruminal e a emissão de gás metano em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n. 8, p. 1509-1516, 2008.

RAZAK O.A., MASA AKI H., YIMAMU A., MEIJI O. Potential water retention capacity as a factor in silage effluent control: experiments with high moisture by-product feedstuffs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. v.25, n.4, p.471-478, 2012.

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 e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.281-287, 2008.

SAMPAIO, I.B.M. Estatística aplicada à experimentação animal. Belo Horizonte: **FEPMVZ**, 1988. 221p.

SAMPAIO, I.B.M. **Métodos estatísticos aplicados à determinação de digestibilidade in situ**. In: TEIXEIRA, J.C. Digestibilidade em ruminantes. Lavras: UFLA, 1995. p.165-178 1995.

SANTANA, Y.A.G.; ALVES, A.A.; MOREIRA FILHO, M.A.; CERQUEIRA NETO, C.F.; SILVA, M.C.M. Degradabilidade ruminal *in situ* de dietas volumosas para ruminantes constituídas pelos fenos de capim-tifton 85 e de leucena. **Pubvet**, v. 6, n. 10, ed. 197, art. 1322, 2012.

SENGER, C. C. D.; MUHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B.; PERES 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, v.35, n.6, p.1393-1399, 2005.

SILVA, M.L.S. Avaliação Nutricional de Silagem de Restos Culturais de Abacaxi Pérola. **Dissertação**. Curso de Zootecnia. Universidade Estadual de São Paulo, 2014.

SILVA, R.R.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, G. G. P.; DA SILVA, F. F.; MENDES, F. B. L.; ALMEIDA, V. V. S.; RODRIGUES, L. B. O.; PINHEIRO, A. A.; SILVA, A. P. G.; SILVA, J. W. D.; LISBOA, M. M. Correlation between intake and feeding behavior of holstein calves fed diets supplemented with pellets and mash. **American Journal of Experimental Agriculture**, v.7, n.6, p.382-388, 2015.

STELLA, L.A.; PERIPOLLI, V.; PRATES, E.R.; BARCELLOS, J.O.J. Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.73, n.1 p.73-79, 2016.

TAVARES, V.B.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; FIGUEIREDO, H.C.P.; ÁVILA, C.L.S.; LIMA, R.F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.40-49, 2009.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

ZHAO, Y.; YU, J.; LIU, J.; YANG, H.; GAO, L.; YUAN, X.; CUI, Z.; WANG, X. Material and microbial changes during corn stalk silage and their effects on methane fermentation. **Bioresource Technology**, v. 222, p.89–99, 2016b.

ZOTTI, C.A.; PAULINO, V.T. Metano na produção animal: Emissão e minimização de seu impacto. Ecologia de Pastagens. Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, , 24p, Nova Odessa/SP, 2009.

WHITTENBURY, R.; McDONALD, P.; JONES D. G. B. A short review of some biochemical and microbiological aspects of ensilage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.18, p.441–444, 1967.

WOOLFORD, M.K. The silage fermentation. **Marcel Dekker**. New York. p.322, 1984.

### CAPÍTULO III – Efeitos da amonização com ureia sobre o feno do restolho de abacaxi ‘Pérola’

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a composição química e a degradabilidade *in situ* do feno do restolho de abacaxi ‘Pérola’ amonizado com ureia. Adotou-se delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 2, 4, 6 e 8% de ureia com base na matéria seca), com quatro repetições. Verificou-se efeito ( $P < 0,05$ ) dos níveis de ureia sobre os teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e hemicelulose. Houve redução do teor de matéria seca até o nível de 2% de ureia, a partir daí mantendo-se constante, explicado pela igual quantidade de água adicionada nos tratamentos, com exceção do controle, o qual não foi adicionado água. A PB apresentou efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) conforme o aumento dos níveis de ureia, variando de 5,74% para 19,41% para os níveis 0 e 8% de ureia, respectivamente com aumento de 1,65% de PB para cada 1% de ureia adicionado no feno de restolho de abacaxi (RA), com base na matéria seca. Para o teor de FDN e hemicelulose houve redução linear decrescente ( $P < 0,05$ ) de 0,5% e de 0,53%, respectivamente, para cada 1% de ureia adicionada. Não houve efeito dos níveis de ureia sobre os teores de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, que apresentaram valores médios de 30,75% e 5,10%, respectivamente, com base na MS. Houve efeito ( $P < 0,05$ ) do tempo de incubação no desaparecimento da MS e FDN, porém o mesmo não foi observado ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de ureia e para interação ureia x tempo de incubação. O tratamento do feno de RA com ureia, não influenciou a fração solúvel da MS, porém, o tratamento com 4% de ureia proporcionou um aumento de 6,94% e 6,04% para a fração *b* e para a degradabilidade potencial da MS, respectivamente. O processo de amonização não afetou as degradabilidades efetivas da MS, que apresentaram médias de 56,4%, 45,8% e 40,9% para as taxas 2%/h, 5%/h e 8%/h, respectivamente. Os níveis de ureia exerceram reduzido efeito sobre os parâmetros de degradabilidade da FDN, com redução de apenas 2,9 pontos percentuais na fração não degradável padronizada comparando o controle com a inclusão de 8% de ureia, refletindo em reduzida alteração na fração potencialmente degradável e na taxa de passagem. O tratamento químico com ureia promove melhoria no valor nutritivo do feno do restolho de abacaxi, sendo recomendado seu uso ao nível de 4%, onde houve maior degradabilidade da MS.

**Palavras-chave:** *Ananas comosus* var. *comosus*, forragem, valor nutritivo

#### Effects of ammonia with urea on pineapple stover hay 'Perola'

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the chemical composition and *in situ* degradability of pineapple stover hay ‘Perola’ ammoniated with urea. A completely randomized design with five treatments (0, 2, 4, 6 and 8% urea based for in dry matter) was used, with four replications. There was an effect ( $P < 0.05$ ) of the urea levels on dry matter, crude protein, neutral detergent fiber and hemicellulose. There was a reduction of the dry matter content up to the level of 2% of urea, from which it remained constant, explained by the same amount of water added in the treatments, except for the control, which did not add water. CP presented an increasing linear effect ( $P < 0.05$ ) as urea levels increased, ranging from 5.74% to 19.41% for 0 and 8% urea levels, respectively, with an increase of 1.65% of CP for each 1% of urea added in the pineapple stover hay (PS), based on the dry matter. For

NDF and hemicellulose, there was a linear decrease ( $P < 0.05$ ) of 0.5% and 0.53%, respectively, for each 1% of added urea. There was no effect of urea levels on acid detergent fiber (ADF) and lignin, which presented mean values of 30.75% and 5.10%, respectively, based on DM. There was an effect ( $P < 0.05$ ) of the incubation time on the disappearance of DM and NDF, but the same was not observed ( $P > 0.05$ ) between urea levels and for urea interaction x incubation time. Treatment of PS hay with urea did not influence the soluble fraction of DM, however, the treatment with 4% of urea gave an increase of 6.94% and 6.04% for fraction b and for the potential degradability of DM, respectively. The ammonization process did not affect the effective degradability of DM, which presented a mean of 56.4%, 45.8% and 40.9% for the rates 2%/h, 5%/h and 8%/h, respectively. The urea levels had a reduced effect on the degradability parameters of the NDF, with a reduction of only 2.9 percentage points in the non degradable standardized fraction, comparing the control with the inclusion of 8% of urea, reflecting a reduced alteration in the potentially degradable fraction and in the passing rate. The chemical treatment with urea promoted improvement in the nutritive value of pineapple stover hay, and its use at the 4% level was recommended, where there was a greater degradability of the DM.

**Key Words:** *Ananas comosus* var. *comosus*, forage, nutritive value

### **Introdução**

O cultivo de algumas culturas no Brasil dá origem a grandes volumes de resíduos com potencial para serem utilizados na alimentação animal, como é o caso da abacaxicultura, que gera tanto resíduos agroindustriais, provenientes do processamento do fruto para obtenção da polpa, quanto restolhos, que constituem as próprias plantas após a colheita dos frutos.

A planta de abacaxi pode apresentar-se como uma ótima fonte de alimento para ruminantes. Segundo Herrera et al. (2014) esse restolho apresenta 25,2% de matéria seca, 7,6% de proteína bruta, 60,8% de fibra em detergente neutro, 34,7% de fibra em detergente ácido, 42% de celulose, 53% de hemicelulose, 6,6% de lignina, 21,9% de carboidratos não fibrosos e 63,80% de nutrientes digestíveis totais.

Visando eficiência de aproveitamento na alimentação animal, o restolho de abacaxi (RA) deve ser utilizado logo após a colheita dos frutos, pois têm o valor nutricional diminuído com o passar dos dias de armazenamento (FAGUNDES e FAGUNDES, 2010). No entanto, as limitações nutricionais comumente observadas em restolhos e outros resíduos agrícolas para alimentação de ruminantes, normalmente estão associadas aos elevados teores de compostos antinutricionais (lignina, compostos fenólicos) e às baixas quantidades de compostos nitrogenados, minerais e energia disponível (GARCIA et al., 1992).

No intuito de contornar a baixa qualidade nutricional do RA, a amonização torna-se alternativa viável, capaz de melhorar o valor nutritivo deste restolho, a qual consiste em

realizar a adição de amônia anidra ou ureia na forragem antes do fornecimento aos animais (MISSIO, 2016).

A amônia, proveniente de fontes de nitrogênio não proteico, proporciona redução no teor de FDN, por facilitar a solubilização parcial da hemicelulose, melhorando a digestibilidade e o consumo de MS pelos ruminantes (ROSA e FADEL, 2001; PIRES et al., 2004).

A amonização consiste em dois processos na massa da forragem tratada, ureólise, uma reação enzimática que, na presença de urease produzida pelas bactérias ureolíticas em condições ideais de umidade transforma a ureia em amônia e esta gera efeitos na parede celular da forragem; e, hidrólise alcalina, resultante da reação do hidróxido de amônia, uma base fraca resultante da alta afinidade da uréia em reagir com a água, e as ligações ésteres entre os carboidratos estruturais (ROSA e FADEL, 2001).

Outra vantagem deste tipo de tratamento é a ação antifúngica eficiente no material amonizado (REIS et al., 1997). A adição de níveis de ureia foi eficiente na redução da população de mofos e leveduras, reduzindo de 6,50 log UFC/g no feno sem tratamento com ureia para 3,65 log UFC/g quando adicionados 4% de ureia no feno, demonstrando o efeito fungistático da amonização (BEZERRA et al., 2014)

Visando a conservação do material, para se obter eficiência no tratamento, deve-se aplicar de 1,0 a 1,5% de amônia anidra e de 3,0 a 5,0% de ureia, com base no peso da matéria seca, já quando se deseja melhorar a qualidade do material com baixa digestibilidade, usa-se de 2,0 a 4,0% de amônia anidra e de 7,0 a 8,0% de ureia (PIRES et al. 2004), sendo necessário que as pilhas de forragem amonizada fiquem fechadas por um período de quatro semanas nas condições de clima tropical (SILVA et al., 2016).

Desta forma, objetivou-se determinar o efeito da amonização com ureia sobre a composição química e a degradabilidade *in situ* do feno do restolho de abacaxi 'Pérola'.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no setor de Forragicultura, do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, em Chapadinha, MA.

O restolho de abacaxi (RA) foi coletado na cidade de São Domingos do Maranhão-MA, após quinze dias da colheita dos frutos. O mesmo foi picado em picadeira mecanizada em partículas de 15 mm, exposto ao sol até o ponto de feno e separados em um grupo sem

amonização (0% de ureia) e amonizados nos níveis 2; 4; 6 e 8% de ureia, em % da matéria seca (MS), os quais consistiram em cinco tratamentos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições.

Foram amonizados 0,900 Kg de MS/unidade experimental de RA picado e alocados em sacos plásticos de 200 micras de espessura. Visando elevar o teor de umidade do RA de 11,2 para 35%, umidade ideal para ação da amônia sobre os constituintes fibrosos da parede celular, adicionou-se ureia correspondente a cada nível diluída em 315 mL de água, com auxílio de um borrifador, aplicando em camadas para melhor homogeneização dos tratamentos. Em seguida os sacos plásticos foram vedados de modo a impedir a volatilização da amônia, sendo posteriormente armazenados por 30 dias em local seco e arejado.

A composição químico-bromatológica do restolho de abacaxi *in natura* está descrita na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição química do restolho de abacaxi ‘Pérola’ *in natura*.

Composição química (% da MS)	Restolho de abacaxi
Matéria seca (% da matéria natural)	19,11
Proténa Bruta	6,26
Fibra em detergente neutro	51,40
Fibra em detergente ácido	26,90
Hemicelulose	24,50
Lignina	4,87
Cinzas	15,57

Decorridos 30 dias de amonização, os sacos foram abertos e expostos ao ar durante 24 horas para eliminação do excesso de NH<sub>3</sub> que não reagiu com o material. Logo após, procedeu-se a coleta das amostras para as análises.

Determinou-se os teores de matéria seca (MS), cinzas e proteína bruta (PB), de acordo com a metodologia da AOAC (2012). A fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose foram analisadas seguindo a metodologia de Van Soest et al. (1991).

As degradabilidades *in situ* da matéria seca, proteína bruta, e fibra em detergente neutro, foram determinadas utilizando-se 3 bovinos fistulados no rúmen, com fístula esofágica, com peso vivo médio de 500 kg, alimentados com volumosos a base de capim-



elefante picado. As amostras foram pesadas e alocadas em sacos de náilon com dimensões de 12 x 8 cm e porosidade 50 µm (NOCEK, 1988) e incubadas nos tempos 6, 24 e 72 horas.

Para determinação da fração solúvel (*a*), os sacos foram colocados em banho maria por uma (1,0) hora à temperatura de 39 °C (MAKKAR, 1999). Decorrido este tempo, os sacos da fração solúvel foram lavados juntamente com os sacos das amostras incubadas no rúmen, até a água mostrar-se límpida, posteriormente foram submetidos à estufa de circulação forçada de ar por 72 horas à temperatura de 55°C. Após pré-secagem, foram pesados para cálculo da porcentagem de MS desaparecida e análises de PB e FDN conforme AOAC (2012) e Van Soest et al. (1991), respectivamente, para determinação da degradabilidade destas.

Seguindo o modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979), modificado e simplificado por Sampaio (1995), determinou-se os parâmetros de degradação *in situ* da MS (*a*, *b* e *c*) pela fórmula:

$$DP=A-B.e^{-c.t}$$

Em que: A= potencial máximo de degradação, B= fração potencialmente degradável, c= taxa de degradação da fração b e t= tempo.

A degradabilidade efetiva (DE) da MS foi estimada considerando-se três taxas de passagens ruminal 2; 5 e 8% h<sup>-1</sup>, de acordo com a equação descrita por Ørskov e McDonald (1979):

$$DE = a+(b.c/c+k)$$

Em que: a = fração solúvel; b = fração potencialmente degradável, c = taxa de degradação da fração b, k = taxa de passagem.

A degradabilidade da FDN foi estimada utilizando-se o modelo de Mertens e Loften (1980):

$$Rt = B.e^{-ct} + I$$

Em que: Rt = fração degradada no tempo t; I = fração indegradável.

Após os ajustes da equação de degradação da FDN, procedeu-se à padronização de frações, conforme proposto por Waldo; Smith; Cox (1972), utilizando-se as equações:

$$BP = B/(B+I) \times 100$$

$$IP = I/(B+I) \times 100$$

Em que: BP = fração potencialmente degradável padronizada (%); IP = fração indegradável padronizada (%); B, I = como definidas anteriormente.

Para o ensaio de degradabilidade adotou-se o delineamento em blocos ao acaso disposto em parcelas subdivididas, sendo as parcelas os níveis de inclusão (0, 2, 4, 6 e 8% de ureia) e as subparcelas os tempos de incubação (0, 6, 24 e 72 h) com três repetições. Os dados foram submetidos a testes que assegurassem as prerrogativas básicas (testes de Homocedasticidade e Normalidade) e, em seguida submetidos à análise de variância.

Os parâmetros *a*, *b* e *c* e as curvas de degradação *in situ* foram determinados segundo o método de Gauss-Newton, pelo PROC NLIN do SAS (2002). A análise de regressão a 5% de probabilidade foi utilizada para explorar os efeitos da adição do feno de leucena com o uso do PROC REG do logiciário estatístico SAS, (2002).

### **Resultados e discussão**

Verificou-se efeito ( $P < 0,05$ ) dos níveis de ureia sobre os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e hemicelulose (Figura 1).

Houve redução do teor de matéria seca até o nível de 2% de ureia, a partir daí mantendo-se constante, explicado pela igual quantidade de água adicionada nos tratamentos, com exceção do controle, o qual não foi adicionado água (Figura 1a). O teor adequado de umidade é essencial para a reação de hidrólise, em pesquisas realizadas por Williams et al. (1984) e Roth et al. (2010), as melhores respostas foram encontradas quando se elevou o teor de umidade do material para 30%.

A PB apresentou efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) conforme o aumento dos níveis de ureia, variando de 5,74% para 19,41% nos níveis 0 e 8% de ureia (Figura 1b), respectivamente, o que representa aumento de 1,65% na PB para cada 1% de ureia para tratamento do feno do restolho de abacaxi (RA), com base na MS.

Em pesquisas realizadas com amonização da casca de vagem de feijão-fava (SILVA et al., 2017), feno de capim-buffel (BEZERRA et al., 2014), folíolos de pindoba de babaçu (GARCEZ et al., 2014), observaram comportamentos semelhantes para o teor de PB.

O aumento no teor de PB é justificável pela adição de nitrogênio não proteico em doses crescentes via ureia. Segundo Shimidt et al. (2003), esse aumento deve-se à retenção de nitrogênio aos volumosos amonizados, que após a atividade ureolítica, há a conversão da ureia em amônia e, em seguida, a ação desta com os carboidratos fibrosos.

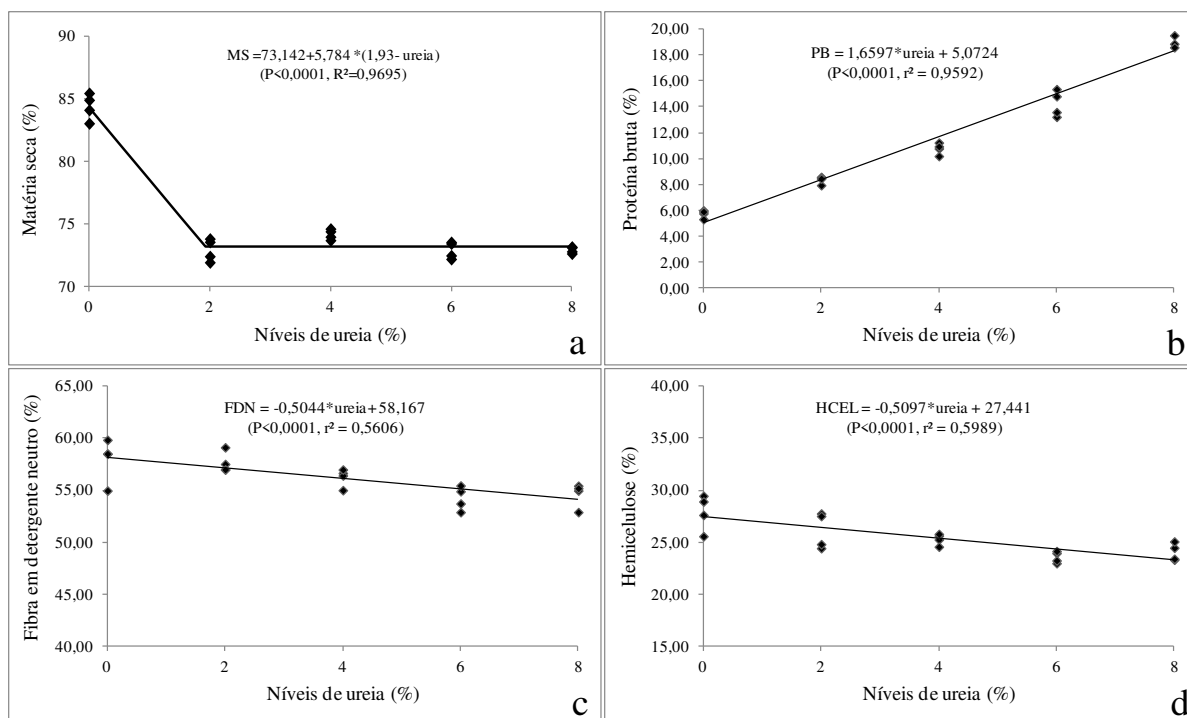


Figura 1. Teores de matéria seca (a), proteína bruta (b), fibra em detergente neutro (c) e hemicelulose (d) do restolho de abacaxi amonizado com diferentes níveis de ureia.

De acordo com Lazzarini et al. (2009) e Sampaio et al. (2009), é necessário pelo menos 8% de proteína bruta (PB) na matéria seca para que os microrganismos do rumém apresentem plena capacidade de utilização dos carboidratos fibrosos da forragem basal. Nesta pesquisa, este valor foi obtido com a adição de 1,76% de ureia.

Ao teor de FDN houve efeito linear decrescente em função do tratamento químico com ureia (Figura 1c). Verificou-se redução de 0,5% no teor de FDN para cada 1% de ureia adicionada ao material. Essa redução sobre a FDN é explicada principalmente pelo efeito de solubilização da ureia sobre a hemicelulose e pela ocorrência de quebras de ligações entre moléculas lignocelulósicas (VAN SOEST, 1994).

No nível máximo de adição (8%), o tratamento com ureia promoveu uma redução de 3,34 pontos percentuais no teor de FDN quando comparado ao controle (material não tratado), corroborando com os resultados obtidos por Silva et al. (2017) e Yalchi (2010) que observaram redução de 2 e 2,64 pontos percentuais em amonização de casca de vagem de feijão-fava e palha de triticale, respectivamente. Contudo, Garcez et al. (2014) e Bezerra et al. (2014), não observaram efeito da amonização em feno de folíolos de pindoba de babaçu e fenos de capim-buffel, respectivamente.

Os diferentes resultados encontrados na literatura são justificados pelos diferentes níveis de ureia, qualidade do material ou, período de tratamento. Na amonização de feno de *Paspalum notatum*, Pádua et al., (2011) observaram que o maior tempo de tratamento proporcionou a maior redução no teor de FDN.

Quanto aos teores de hemicelulose, observou-se redução linear ( $P < 0,05$ ) com o aumento das doses de ureia (Figura 1d), variando de 27,9 a 23,59% de hemicelulose para o feno de RA não tratado e tratado com 8% de ureia, respectivamente, representando redução de 0,53% para cada 1% de ureia adicionada ao RA. Esse resultado corrobora aos obtidos por Garcez et al. (2014) em amonização de folíolos de pindoba de babaçu. A redução no teor de hemicelulose deve-se ao efeito da solubilização da ureia sobre os constituintes deste componente da fração fibrosa (VAN SOEST, 1994).

Não houve efeito dos níveis de amonização com ureia sobre o teor de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, que apresentaram valores médios de 30,75% e 5,10%, respectivamente, com base na MS, porém, vale ressaltar que esses valores são inferiores aos obtidos para o capim tifton, com 49,7% de FDA e 6,1% de lignina (SENA et al., 2015), o que pode facilitar o aproveitamento deste alimento pelo metabolismo animal.

Rocha et al. (2006), Roth et al. (2010), e Garcez et al. (2014), não observaram redução no teor de FDA ao amonizarem silagem de capim elefante, resíduos de semente de capim-marandu e folíolos de pindoba de babaçu, respectivamente.

A não redução no teor de FDA pode ser explicada pela não ocorrência da ação da amônia sobre o complexo lignocelulósico. Segundo Klopfenstein (1978), o efeito da amônia na fração fibrosa do material tratado pode ocorrer de três maneiras, diminuindo, aumentando ou não modificando o teor de constituintes fibrosos da parede celular.

Houve efeito ( $P < 0,05$ ), do tempo de incubação no desaparecimento da MS e FDN (Tabela 2), porém, não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de ureia e da interação níveis de ureia x tempo de incubação. Comportamento semelhante foi relatado por Silva et al. (2017) em amonização com ureia de casca da vagem de feijão-fava até o nível de 6%, com base na MS. A não ocorrência de efeito na degradabilidade da matéria seca (DMS) e na degradabilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) está associada ao efeito semelhante no teor de lignina do material submetido aos diferentes níveis de amonização.

No entanto deve-se levar em consideração que com 72h de incubação houve desaparecimento de 70 e 56% da MS e FDN, respectivamente, valores estes semelhantes aos

observados em algumas gramíneas tropicais (CAVALCANTE et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014).

**Tabela 2.** Desaparecimento ruminal da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) do restolho de abacaxi amonizado com ureia (%), nos tempos de incubação, em bovinos.

Níveis de ureia (% na MS)	Tempo (h)			Médias	EPM	P value		
	6	24	72			Níveis	Tempo	Níveis x Tempo
MS								
0	37,40	53,08	68,78	53,09 A	0,021	0,9067	<0,0001	0,9062
2	36,43	54,59	67,84	52,95 A				
4	37,57	52,82	70,63	53,67 A				
6	36,56	53,58	71,49	53,87 A				
8	38,07	54,25	70,89	54,40 A				
Médias	37,21 a	53,66 b	69,93 c					
FDN								
0	12,48	31,36	53,63	32,49 A	0,029	0,7242	<0,0001	0,9374
2	14,58	36,94	56,15	35,89 A				
4	13,01	32,18	57,29	34,16 A				
6	8,31	32,04	56,57	32,31 A				
8	8,83	33,65	57,67	33,39 A				
Médias	11,44 a	33,23 b	56,26 c					

Médias nas colunas ou linhas seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05).

O tratamento do feno de RA com ureia, não influenciou a fração solúvel da MS, porém, o tratamento com 4% de ureia proporcionou um aumento de 6,94% e 6,04% para a fração *b* e para a degradabilidade potencial da MS, respectivamente (Tabela 3). Com esse mesmo nível de ureia em feno de folíolos de pindoba, Garcez et al. (2014) relataram aumento de 20,9% e 27,3% para a fração *b* e para a degradabilidade potencial da MS, respectivamente. A discrepância entre os resultados dessas pesquisas deve-se ao baixo teor de nitrogênio presente em materiais de baixa qualidade (feno de folíolos de pindoba), o que limita o desenvolvimento dos microrganismos do rúmen (CÂNDIDO et al., 1999).

A amonização do feno de RA não influenciou a degradabilidade efetiva da MS, com médias de 56,4%, 45,8% e 40,9% para as taxas 2%/h, 5%/h e 9%/h, respectivamente. Estes resultados são semelhantes aos encontrados em fenos de algumas forrageiras tropicais, como *Panicum maximum*, *Cynodon dactylon* e *Brachiaria decumbens* (CARVALHO et al., 2006), evidenciando o potencial de uso do feno de RA.

A degradabilidade efetiva da MS diminuiu em média 27,43% com o aumento da taxa de passagem, o que pode ser explicado pela redução do tempo de ação dos microrganismos ruminais.

**Tabela 3.** Parâmetros da degradabilidade ruminal (a, b e c), degradabilidade potencial (A) e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca (MS) nas taxas de passagem 2, 5 e 8%/hora do restolho de abacaxi amonizado com ureia.

Níveis de ureia (% na MS)	a (%)	b(%)	c(%/h)	A	R <sup>2</sup>	Degradabilidade efetiva (%)		
						2 %/h	5 %/h	8 %/h
0	27,19	45,84	3,22	73,03	88,25	55,47	45,15	40,35
2	25,80	43,87	4,39	69,67	81,92	55,94	46,31	41,34
4	28,42	49,02	2,68	77,44	89,46	56,49	45,53	40,72
6	27,12	49,78	3,04	76,90	92,07	57,15	45,94	40,83
8	28,21	47,46	3,13	75,67	95,09	57,17	46,48	41,56

a = fração solúvel em água; b = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável; c = taxa de degradabilidade da fração b; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação, A = degradabilidade potencial

Os níveis de ureia exerceram reduzido efeito sobre os parâmetros de degradabilidade da FDN (Tabela 4), com redução de 5,6% na fração não degradável padronizada comparando o controle com a inclusão de 8% de ureia, refletindo em reduzida alteração na fração potencialmente degradável e na taxa de passagem. Esse comportamento pode estar ligado à baixa influência dos níveis de ureia sobre a FDN, como está evidenciado na Figura 1.

**Tabela 4.** Parâmetros da degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) do restolho de abacaxi amonizado com ureia.

Níveis de ureia (%na MS)	Bp	Ip	k(%/h)	R <sup>2</sup>
0	48,38	51,62	2,64	87,92
2	48,70	51,30	3,78	83,18
4	48,28	51,72	2,28	84,81
6	51,16	48,84	3,11	89,32
8	51,28	48,72	3,34	93,07

Bp = fração potencialmente degradável padronizada; Ip = fração não degradável padronizada; k = taxa de passagem; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

## Conclusão

O tratamento químico com ureia promove melhoria no valor nutritivo do feno do restolho de abacaxi, sendo recomendado seu uso ao nível de 4%, onde houve maior degradabilidade da MS.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 19.ed., Association of Official Analytical Chemists International, Arlington, VA, 2012.

BEZERRA, H.F.C.; SANTOS, E.M.; OLIVEIRA, J.S.; PINHO, R.M.A.; PERAZZO, A.F.; SILVA, A.P.G.; RAMOS, J.P.F.; PEREIRA, G.A. Fenos de capim-buffel amonizados com ureia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.15, n.3, p.561-569 jul./set., 2014.

CÂNDIDO, J.D.C.; NEIVA, J.N.M.; PIMENTEL, J.C.M.; VASCONCELOS, V.R.; SAMPAIO, E.M.; MENDES NETO, J. Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p. 928-935, 1999.

CAVALCANTE, D.R.; PERIN, F.B.; BENEDETTI, E. Degradabilidade *in situ* da matéria seca de três forrageiras tropicais nas formas *in natura* e ensilada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.64, n.1, p.163-168, 2012.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F.; SILVA, R.R. Degradabilidade ruminal do feno de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.1, p.81-85, 2006.

FAGUNDES, N.S e FAGUNDES, N.S. Restos Culturais do Abacaxizeiro na Alimentação de Ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**. art. 113, v.07, n. 03, p.1243-1247, mai-jun, 2010.

GARCEZ, B.S.; ALVES, A.A.; OLIVEIRA, M.E.; PARENTE, H.N.; SANTANA, Y.A.G.; MOREIRA FILHO, M.A.; CÂMARA, C.S. Valor nutritivo do feno de folíolos de pindoba de babaçu submetido a tratamentos alcalinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.3, p.524-530, mar, 2014.

GARCIA, R.; NEIVA, J. N. M.; OLIVEIRA FILHO, G. S.; LÔBO, R. N. B. Amonização de forragens de baixa qualidade e a utilização na alimentação de ruminantes. In: Simpósio de utilização de subprodutos agroindustriais e resíduos de colheita na alimentação de ruminantes, **Anais**. p. 83-98, 1992.

KLOPFENSTEIN, T. Chemical treatment of crop residues. **Journal of Animal Science**, v.56, n.3, p.841-848, 1978.

MAKKAR, H.P.S. Recommendation for quality control of in sacco nylon bag technique. In: First research coordination meeting of the fao/iaea coordinated research project food and agriculture organization of the united nations for use of nuclear and related techniques to develop simple tannin assays for predicting and improving the safety and efficiency of feeding ruminants on tanniniferous tree, Viena, 1999. **Proceedings...** Viena: FAO/IAEA, 1999. 3p.

MARANHÃO - Governo Do Estado Do Maranhão. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - GEPLAN. **Atlas do Maranhão**. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão, p.39, 2002.

MERTENS, D. R.; LOFTEN, J. R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 1437-1446, 1980.

MISSIO, R.L. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v.65, n.250, p.267-278, 2016.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2051-2069, 1988. Disponível em : [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79781-7](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79781-7)

OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.P.; GABRIEL, A.M.A.; TONISSI, R.H.; GÓES, B., LEMPP, B.; MOURA, L.V. Ruminal degradability of neutral detergent fiber of *Cynodon* spp. grasses at four regrowth ages. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.36, n.2, p.201-208, 2014.

ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, n.1, p.499-508, Mar. 1979. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859600063048>.

PÁDUA, F.T.; ALMEIDA, J.C.C.; NEPOMUCENO, D.D.; CABRAL NETO, O.; DEMINICIS, B.B. Efeito da dose de uréia e período de tratamento sobre a composição do feno de *Paspalum notatum*. **Archivos de zootecnia**, v.60, n.229, p.57-62, 2011.

PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.V.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; SILVA, F.F.; SILVA, P.A. E VELOSO, C.M. Novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1078-1085, 2004.

REIS, R.A.; PANIZZI, R.C.; ROSA, B.; RODRIGUES, L.R.A.; NASCIMENTO, J.M. Efeitos da amonização sobre a ocorrência de fungos, composição química e digestibilidade *in vitro* de fenos de grama Seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.3, p. 454-460, 1997.

ROSA, B.; FADEL, R. Uso de amônia anidra e de uréia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas. In: Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas. 2001. Maringá. **Anais**. UEM/CCA/DZO. Maringá. p. 41. 2001.

ROTH, M.T.P.; REIS, R.A.; RESENDE, F.D.; SIQUEIRA, G.R.; PIRES, A.J.V BERTIPAGLIA, L.M.A. Chemical treatment of post-harvest Marandu grass seed residues with different moisture contents. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.479-486, 2010.



SAMPAIO, I.B.M. **Métodos estatísticos aplicados à determinação de digestibilidade in situ**. In: TEIXEIRA, J.C. Digestibilidade em ruminantes. Lavras: UFLA, 1995. p.165-178 1995.

SANTOS, E.M.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; FERREIRA, C.L.L.F.; OLIVEIRA, J. S.; SILVA, T. C. effect of regrowth interval and a microbial inoculant on the fermentation profile and dry matter recovery of guinea grass silages. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 7, 2014.

SCHMIDT, P.; WECHSLER, F.S.; VARGAS JR., F.M. et al. Valor nutritivo do feno de braquiária amonizado com uréia ou inoculado com *Pleurotus ospreatus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.2040-2049, 2003.

SENA, J.A.B.; VILLELA, S.D.J.; SANTOS, R.A.; PEREIRA, I.G.; CASTRO, G.H.F.; MOURTHÉ, M.H.F.; BONFÁ, C.S.; MARTINS, P.G.M.A. Intake, digestibility, performance, and carcass traits of rams provided with dehydrated passion fruit (*Passiflora edulis f.flavicarpa*) peel, as a substitute of Tifton 85 (*Cynodon spp.*). **Small Ruminant Research**, n.129, p.18-24, 2015.

SILVA, R.N.P.; ALVES, A.A.; GARCEZ, B.S.; MOREIRA FILHO, M.A.; OLIVEIRA, M. E.; MOREIRA, A.L.; AZEVÉDO, D.M.M.R.; PARENTE, H.N. Degradabilidade ruminal de casca de vagem de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) amonizada com ureia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.18, n.1, p.26-37 jan./mar., 2017.

SILVA, V.L.; BORGES, I.; ARAÚJO, A.R.; COSTA, H.H.A.; ALVES FILHO, F.M.; FRUTUOSO, F.I.A.; SILVA, R.H.P.; ALCÂNTARA, P.B.X. Efeito do tratamento químico sobre a digestibilidade de volumosos e subprodutos agroindustriais. **Acta Kariri Pesquisa e Desenvolvimento**, Crato/CE, v.1, n.1, p.29-37, nov., 2016.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

YALCHI, T. Effects of urea and aqueous ammonia treatment on the nutritive value of triticale Straw. **Journal of Food, Agriculture e Environment**, v. 8, n. 1, p. 69-72, 2010.

ZHAO, L.; REN, L.; ZHOU, Z.; MENG, Q.; HUO, Y.; WANG, F. Improving ruminal degradability and energetic values of bamboo shoot shell using chemical treatments. **Animal Science Journal**. v.87, n.7, p.896-903, mar., 2016a.

WALDO, D. R.; SMITH, L. W.; COX, E. L. Model f cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 55, p. 125-129, 1972.

WILLIAMS, P.E.V., INNES, G.M., BREWER, A. Ammonia treatment of straw via the hydrolysis of urea. I. Effects of dry matter and urea concentrations on the rate of hydrolysis of urea. **Animal. Feed Science and Technology**, v.11, n.2, p.103-113, 1984.

## **5.0. CONCLUSÕES FINAIS**

O restolho de abacaxi tanto sob a forma de silagem associado a 10% de inclusão de feno de leucena, quanto em condição de feno amonizado, apresenta valor nutricional satisfatório à alimentação de ruminantes.