



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós Graduação em Ciência Animal

**TRATAMENTOS QUÍMICO E BIOLÓGICO PARA  
MELHORAR A QUALIDADE DE VOLUMOSOS PARA  
RUMINANTES**

**IVONE RODRIGUES DA SILVA**

Chapadina, MA

2017

**IVONE RODRIGUES DA SILVA**

**TRATAMENTOS QUÍMICO E BIOLÓGICO PARA  
MELHORAR A QUALIDADE DE VOLUMOSOS PARA  
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.

Orientadora: Prof. Dra. Francirose Shigaki  
Co-orientadora: Prof. Dra. Rosane Cláudia Rodrigues

Chapadinha, MA

2017

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

Rodrigues da Silva, Ivone.  
TRATAMENTOS QUÍMICO E BIOLÓGICO PARA MELHORAR A  
QUALIDADE DE VOLUMOSOS PARA RUMINANTES / Ivone Rodrigues  
da Silva. - 2017.  
52 f.

Coorientador(a): Rosane Cláudia Rodrigues.  
Orientador(a): Francirose Shigaki.  
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal (25.06)/ccaa, Universidade Federal do  
Maranhão, Chapadinha, 2017.

1. Composição química. 2. Degradação. 3. Inoculante.  
4. Ureia. I. Cláudia Rodrigues, Rosane. II. Shigaki,  
Francirose. III. Título.

**IVONE RODRIGUES DA SILVA**

**TRATAMENTOS QUÍMICO E BIOLÓGICO PARA  
MELHORAR A QUALIDADE DE VOLUMOSOS PARA  
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.

Orientadora: Prof. Dra. Francirose Shigaki  
Co-orientadora: Prof. Dra. Rosane Cláudia Rodrigues

Aprovada em     /     /

Banca examinadora

---

Dra. Francirose Shigaki  
Universidade Federal do Maranhão  
Orientadora

---

Dra. Rosane Cláudia Rodrigues  
Universidade Federal do Maranhão  
Co-orientadora

---

Dr. Miguel Arcanjo Moreira Filho  
Universidade Federal do Maranhão

---

Dr. Edson Mauro Santos  
Universidade Federal da Paraíba

*“Nós somos do tecido de que são feitos os sonhos”*  
*William Shakespeare*

À minha família, por todo amor e paciência...

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre estar ao meu lado durante todos os momentos felizes e difíceis que passei para conseguir alcançar meus objetivos.

À FAPEMA, pela bolsa de mestrado e à Universidade Federal do Maranhão, por fazer parte da minha formação profissional. Agradeço a minha orientadora Profa. Francirose Shigaki pela confiança em mim depositada. À Profa. Rosane Cláudia Rodrigues por todos os ensinamentos e paciência.

Ao Prof. Dr. Marcônio pela grande ajuda, sua colaboração foi de suma importância para o êxito deste trabalho.

Ao Dr. Miguel, por sempre está disponível para ajudar, quando necessitei de auxílio durante as análises químicas do experimento.

A todo o corpo docente que compõem o programa de Pós Graduação, professores excelentes que me ensinaram valores que jamais esquecerei e por terem compartilhado seus conhecimentos, sendo mediadores de grande sabedoria.

A uma pessoa muito especial, César Alves, por todo apoio em minhas decisões e por toda paciência comigo.

Ao meu grande amigo Francisco Naysson, por nunca ter medido esforços para me ajudar, sempre que precisei estava disponível e por fazer por todos os risos compartilhados.

Ao meu grande amigo Clésio, por seu caráter admirável, por todo incentivo, por ser um exemplo a seguir, quando eu crescer quero ter metade de sua determinação.

Ao meu amigo Júnior, obrigada pela amizade e por estender a mão quando precisei.

Às minhas amigas, Sâmara e Jéssica, passamos todos os sufocos durante as disciplinas, mas sabíamos que juntas éramos mais fortes.

E aos demais integrantes do grupo FOPAMA, não menos importante, Noilson, Francivaldo, Diego, Juliana, Giovanne, Bruno, Rosilda, Sanayra. Sei que sempre posso contar com a ajuda de vocês. Lugar onde eu cresci muito e tenho muito orgulho de dizer que faço parte, Grupo este que tive tantos momentos felizes.

## RESUMO

Objetivou-se, avaliar o valor nutritivo do feno da haste da mandioca amonizado com ureia e da silagem de cana-de-açúcar inoculada com aditivos bacterianos. Para a avaliação do feno da haste da mandioca amonizado adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (níveis de ureia 0; 2; 4; 6 e 8% da matéria seca, MS) e cinco repetições (sacos para tratamento químico). Na avaliação da silagem de cana-de-açúcar, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 3 (períodos de fermentação 10; 60 e 90 dias x adição de inoculante *Propionibacterium acidipropionici* ou *Lactobacillus buchneri* não inoculada). Analisou-se o teor de MS, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), hemicelulose (HEM), lignina, cinzas; e degradabilidade ruminal, quanto aos parâmetros de degradação ruminal *a*, *b* e *c*, degradação potencial e degradabilidade efetiva da MS. O feno da haste da mandioca apresentou menor teor de MS e maior teor de PB no nível de 8% de ureia. Os teores de NIDN, FDN, FDA e lignina, diminuíram à medida que foi aumentado o nível de ureia no material. Para os parâmetros de degradação, a fração solúvel em água (*a*) aumentou a partir do nível de 4% de ureia e a fração *b* apresentou maior valor para os níveis 4, 6 e 8 % de ureia. A degradação potencial (A) foi superior para o nível de 4% de ureia, a degradabilidade efetiva nas taxas de passagem de 2, 5 e 8%/hora, foi superior o nível de 6% de ureia. Para a silagem de cana-de-açúcar, o período de 90 dias apresentou menor média de pH, entre os períodos de fermentação, apenas na silagem sem aditivo ocorreu redução no teor de matéria seca com período de 90 dias. O teor de PB não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelo período de fermentação e aditivo microbiano. A bactéria *P. acidipropionici* proporcionou menor teor de FDN no período de 10 dias. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para os teores de HEM e FDA e lignina. As silagens com a bactéria *P. acidipropionici* apresentaram maior fração solúvel, degradação potencial e degradabilidade efetiva aos 10 dias de fermentação, aos 60 dias não houve variação na fração solúvel, mas a silagem controle apresentou maior fração insolúvel, maior degradação potencial e degradabilidade efetiva. Aos 90 dias de fermentação, as silagens com *L. buchneri* apresentaram maior fração *a*, taxa de degradação e DE, o tratamento controle obteve maior valor de *b*. A amonização do feno da haste da mandioca melhora a composição química, sendo recomendado nível de 6 a 8% de ureia, na MS, no entanto, apresentou baixos níveis de degradação ruminal. Os inoculantes foram eficientes em manter os teores de MS das silagens, no entanto, não alteraram a degradação.

**Palavras-chave:** composição química, degradação, inoculante, ureia.



## ABSTRACT

Objetivou-se, avaliar o valor nutritivo do feno da haste da mandioca amonizado com ureia e da silagem de cana-de-açúcar inoculada com aditivos bacterianos. Para a avaliação do feno da haste da mandioca amonizado adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (níveis de ureia 0; 2; 4; 6 e 8% da matéria seca, MS) e cinco repetições (sacos para tratamento químico). Na avaliação da silagem de cana-de-açúcar, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 3 (períodos de fermentação 10; 60 e 90 dias x adição de inoculante *Propionibacterium acidipropionici* ou *Lactobacillus buchneri* e não inoculada). Analisou-se o teor de MS, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), hemicelulose (HEM), lignina, cinzas; e degradabilidade ruminal, quanto aos parâmetros de degradação ruminal a, b e c, degradação potencial e degradabilidade efetiva da MS. O feno da haste da mandioca apresentou menor teor de MS e maior teor de PB no nível de 8% de ureia. Os teores de NIDN, FDN, FDA e lignina, diminuíram à medida que foi aumentado o nível de ureia no material. Para os parâmetros de degradação, a fração solúvel em água (a) aumentou a partir do nível de 4% de ureia e a fração b apresentou maior valor para os níveis 4, 6 e 8 % de ureia. A degradação potencial (A) foi superior para o nível de 4% de ureia, a degradabilidade efetiva nas taxas de passagem de 2, 5 e 8%/hora, foi superior o nível de 6% de ureia. Para a silagem de cana-de-açúcar, o período de 90 dias apresentou menor média de pH, entre os períodos de fermentação, apenas na silagem sem aditivo ocorreu redução no teor de matéria seca com período de 90 dias. O teor de PB não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelo período de fermentação e aditivo microbiano. A bactéria *P. acidipropionici* proporcionou menor teor de FDN no período de 10 dias. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para os teores de HEM e FDA e lignina. As silagens com a bactéria *P. acidipropionici* apresentaram maior fração solúvel, degradação potencial e degradabilidade efetiva aos 10 dias de fermentação, aos 60 dias não houve variação na fração solúvel, mas a silagem controle apresentou maior fração insolúvel, maior degradação potencial e degradabilidade efetiva. Aos 90 dias de fermentação, as silagens com *L. buchneri* apresentaram maior fração a, taxa de degradação e DE, o tratamento controle obteve maior valor de b. A amonização do feno da haste da mandioca melhora a composição química, sendo recomendado nível de 6 a 8% de ureia, na MS, no entanto, apresentou baixos níveis de degradação ruminal. Os inoculantes foram eficientes em manter os teores de MS das silagens, no entanto, não alteraram a degradação.

**Key words:** chemical composition, degradation, inoculant, urea.

## LISTA DE ABREVIACÕES

BAL	Bactéria cido ltica
CEL	Celulose
FDN	Fibra em detergente neutro
FDA	Fibra em detergente cido
HEM	Hemicelulose
LIG	Lignina
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
NNP	Nitrogênio não proteico
NIDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
PB	Proteína bruta
pH	Potencial Hidrogeniônico
UFC	Unidade formadora de colnias

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), cinzas, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e Lignina (LIG) da haste da mandioca amonizada com ureia.....	33
Tabela 2 - Parâmetros da degradação ruminal ( <i>a</i> , <i>b</i> e <i>c</i> ), degradabilidade potencial (A) e degradação efetiva (DE) da matéria seca nas taxas de passagem 2, 5 e 8%/hora da haste da mandioca amonizada com ureia.....	36
Tabela 3 - Composição química da cana-de-açúcar antes da ensilagem.....	44
Tabela 4 - Valores médios de pH de silagem de cana-de-açúcar com diferentes inoculantes bacterianos e períodos de fermentação.....	45
Tabela 5 - Teores médios de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de silagem de cana-de-açúcar com diferentes inoculantes bacterianos e períodos de fermentação.....	46
Tabela 6 - Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (HEM), fibra em detergente ácido (FDA) de silagem de cana-de-açúcar com diferentes inoculantes bacterianos e períodos de fermentação.....	47
Tabela 7 - Parâmetros da degradação ruminal ( <i>a</i> , <i>b</i> e <i>c</i> ), degradabilidade potencial (A) e degradação efetiva (DE) da matéria seca nas taxas de passagem 2, 5 e 8%/hora de silagem de cana-de-açúcar com diferentes inoculantes bacterianos e períodos de fermentação.....	49

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	13
1 INTRODUÇÃO	13
REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Cultivo da mandioca	14
2.2.1 Mandioca na alimentação de ruminantes	15
2.2.2 Parte aérea da mandioca	15
2.2 Cultivo da cana-de-açúcar	16
2.3 Tratamentos químicos em volumosos de baixa qualidade	17
2.1.2 Reações químicas da amonização	18
2.3.1 Tratamentos biológicos em silagem de cana-de-açúcar	19
OBJETIVOS	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
CAPÍTULO 2	28
<b>Valor nutritivo do feno da haste da mandioca amonizado com ureia</b>	28
<b>RESUMO</b>	28
<b>ABSTRACT</b>	28
<b>INTRODUÇÃO</b>	29
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	30
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	31
<b>CONCLUSÃO</b>	36
<b>AGRADECIMENTOS</b>	36
<b>REFERÊNCIAS</b>	36
CAPÍTULO 3	40
<b>Valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos bacterianos e períodos de fermentação</b>	40
<b>RESUMO</b>	40
<b>ABSTRACT</b>	40
<b>INTRODUÇÃO</b>	41
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	42
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	44
<b>CONCLUSÃO</b>	50
<b>AGRADECIMENTOS</b>	50
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	50

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1 INTRODUÇÃO

A produção de forrageiras de clima tropical apresenta mudanças quantitativas e qualitativas ao longo do ano, em virtude de restrições climáticas, o que resulta em escassez de alimento durante o período seco e gera a necessidade de se produzir alimento suplementar de bom valor nutritivo (Bertipaglia et al., 2005).

As principais formas de conservação de forragens, seja fenação ou ensilagem, são comumente adotadas como forma de prevenção para estação seca, por outro lado, a indisponibilidade de forragens de qualidade para confecção de silagem ou feno apresenta-se como fator limitante para garantir os índices de produtividade ou mesmo a manutenção do rebanho (Pádua et al., 2011).

Como alternativa para fornecer forragem de qualidade, surge a utilização de volumosos de baixo valor nutritivo submetidos aos tratamentos físicos, químicos ou biológicos, que atendam aos requerimentos nutricionais de ruminantes e amenizem os efeitos da estacionalidade da produção de forragem (Reis et al., 2001).

Dentre os tratamentos químicos utilizados em volumosos de baixa qualidade ou em resíduos de culturas, visando melhor o valor nutritivo, pode ser citada a amonização, a qual faz uso dos produtos químicos amônia anidra ( $\text{NH}_3$ ) ou ureia. A amonização provoca decréscimo no conteúdo de fibra em detergente neutro, favorece a solubilização parcial da hemicelulose, aumenta o consumo e a digestibilidade (Rosa & Fadel, 2001).

Os tratamentos biológicos são comumente utilizados em silagens, com o objetivo de maximizar a preservação dos nutrientes. Os inoculantes biológicos podem ser classificados em estimulantes da fermentação, que agem por meio de adição de culturas de microrganismos e propõe direcionar a fermentação e melhorar a característica nutricional da forragem ensilada (Kung Jr., 2001). Segundo Zopollatto et al. (2009) os inoculantes microbianos usados como aditivos incluem bactérias homofermentativas, heterofermentativas, ou a combinação destas.

As bactérias homofermentativas são aquelas que têm como produto final o ácido láctico, que é responsável pelo abaixamento no pH das silagens, enquanto que as heterofermentativas além do ácido láctico produzem ácido acético, um fator altamente determinante da redução da atividade de leveduras e fungos durante a fase de utilização da

silagem. Objetivou-se avaliar o valor nutritivo do feno da haste da mandioca amonizado com ureia e da silagem de cana-de-açúcar com aditivos bacterianos em diferentes períodos de fermentação.

## REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultivo da mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta heliófila, perene, arbustiva, pertencente à família das Euforbiáceas. É bastante tolerante à seca, possui ampla adaptação as mais variadas condições de clima e solo, com alta eficiência fotossintética (Lorenzi, 2003).

A cultura da mandioca foi estabelecida nos países tropicais há mais de 200 anos e, por ser um alimento com alto valor energético, pode ser aproveitado tanto na alimentação humana, quanto na de animais (Modesto et al., 2004).

A mandiocultura está associada ao Brasil desde o seu descobrimento. Planta-se mandioca em todas as unidades da Federação e o produto tem destacada importância na alimentação humana e animal, além de ser utilizado como matéria-prima em inúmeros produtos industriais (Cardoso, 2003).

Diferente de outras culturas, como café, algodão, trigo, que são restritas a determinadas regiões, o cultivo da mandioca está presente em todos os estados brasileiros devido a sua adaptabilidade a diversas condições edafoclimáticas do país (IBGE, SEAB 2014), além de sua rusticidade, a mandioca também desempenha papel social junto das populações de baixa renda, sendo característica de países subdesenvolvidos.

O Brasil produziu 23.246 toneladas de mandioca no ano de 2014. Dentre as regiões mais produtoras de mandioca, destaca-se a região Norte, sendo o Pará o maior produtor nacional de mandioca, de acordo com dados publicados pelo IBGE (2013), o estado liderou o ranking de produção de raízes, com 4.624,89 milhões de toneladas. Enquanto que a região Nordeste contribuiu com 25% da produtividade no ano de 2014, sendo os estados da Bahia e do Maranhão os que mais produzem.

O cultivo da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) destina-se principalmente a obtenção de raízes tuberosas, para fabricação de farinhas; a fécula, ou amido, para produção de polvilho; a parte aérea da planta é utilizada como fonte proteica no enriquecimento de

farinhas; e os resíduos gerados, como a casca de mandioca, a farinha de varredura e a massa de fecularia, como fonte alternativa na alimentação de ruminantes (Zeoula et al., 2003; Faria et al., 2011).

### 2.2.1 Mandioca na alimentação de ruminantes

Na alimentação de ruminantes, a mandioca pode ser fornecida sob diversas formas: raízes frescas, raspas, restos culturais (haste e folhas) e subprodutos sólidos da industrialização (cascas, entrecascas, descarte e farelos) (Carvalho Neto et al., 1994). Segundo Ferreira et al. 2007, os co-produtos da mandioca, como a casca, massa e a parte aérea da mandioca possuem bom valor nutricional.

### 2.2.2 Parte aérea da mandioca

A parte aérea da mandioca (PAM) compreende a porção da planta que fica acima do solo, composta por hastes, pecíolos e limbos. A porcentagem deste constituinte é dada em função do crescimento vegetativo, época do ano e variedade, correspondendo a aproximadamente 50% do peso da planta colhida aos 18 meses (Leonel, 2001). Considerando que apenas 10% da parte aérea na hora da colheita é utilizada para um novo plantio, a torna uma alternativa na utilização como volumoso na alimentação de ruminantes (Nunes Irmão et al., 2008).

Segundo Souza et al. (2012) a fração do terço superior da parte aérea da mandioca apresenta melhor valor nutricional quando a relação folha/haste é maior, todavia, o feno produzido a partir das sobras do plantio mostra potencial nutricional para utilização na alimentação de ruminantes.

Azevedo et al. (2006) avaliaram a composição químico-bromatológica da silagem da parte aérea da mandioca colhidas com 12 meses após o plantio, e obtiveram resultados satisfatórios, foram observados médias de 51,61% para FDN e 9,19% de PB, os autores concluíram que a parte aérea é uma alternativa para a alimentação de ruminantes, mas que as características nutricionais irão variar entre cultivares.

Ao avaliar a utilização de níveis de feno da maniçoba em dietas de cabras moxotó, Araújo et al. (2009) não observaram diferença no consumo de matéria seca no nível de 60% de substituição aos farelos de milho, trigo e soja. Os autores salientaram que pode ter ocorrido a ingestão de nutriente suficiente para atender suas exigências, mas à medida que os níveis

aumentaram houve um incremento nos teores de FDN, redução no consumo de nutrientes digestíveis totais e nos coeficientes de digestibilidade de todos os nutrientes, exceto da fibra em detergente neutro.

## 2.2 Cultivo da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma gramínea semiperene, própria de climas tropicais e subtropicais, possivelmente originária do sudeste da Oceania. A introdução da cultura no Brasil coincide com a colonização portuguesa. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, destacando-se o estado de São Paulo, como o maior produtor nacional. Essa cultura apresenta grande importância econômica mundial, devido sua utilização na indústria alimentícia, e nos últimos anos vem se destacando como fonte na produção de biocombustível renovável, sendo a matéria-prima para a produção do etanol (Silva, 2013). Na safra nacional 2014/2015, São Paulo permaneceu como o maior produtor com 52% (4.685,7 mil hectares) da área plantada, com 73.275 kg/ha (CONAB, 2014).

O alto potencial de produção da cana-de-açúcar (20 a 30 toneladas por hectare), aliado ao fato de sua safra coincidir com o período seco do ano, sem grandes alterações no seu valor nutritivo e por apresentar desenvolvimento diferente das outras gramíneas tropicais, pois, com o avanço da idade ocorre uma melhoria na qualidade nutricional, tem atraído a atenção dos pecuaristas para sua utilização como forrageira (Andrade et al., 2001).

As cultivares de cana-de-açúcar destinadas à alimentação animal são as mesmas utilizadas na indústria de álcool e açúcar, pois, normalmente não existem trabalhos com melhoramento genético para esse fim. Castro et al. (2009) avaliou o rendimento agrícola e forrageiro de três cultivares de cana-de-açúcar, RB 825336, RB 835054 e SP80-1816, consideradas de alta produtividade agrícola, alto teor de sacarose e com baixa fertilidade do solo, e apresentaram altos rendimentos de massa verde e matéria seca, demonstrando grande potencial da cana-de-açúcar para o uso na alimentação animal.

Como a alimentação corresponde em torno de 70% dos custos nos sistemas de produção e juntamente com a escassez de alimentos no período da seca para os animais, vem se buscando cada vez mais a utilização de alternativas alimentares de baixo custo. Pacheco et al. (2014) avaliaram a análise econômica de terminação de novilhos em confinamento recebendo diferentes proporções de cana-de-açúcar (volumoso) e concentrado (40, 60 e 80% da MS) verificou que houve uma redução de 75% (26,04 para 6,38%) para alimentação



volumosa e aumento de 68% (39,82 para 66,72%) para alimentação com os maiores níveis de concentrado na dieta. Assim, fica evidente a importância de uso de volumoso para reduzir o custo total da dieta.

A silagem de cana-de-açúcar tem mostrado ser uma alternativa, principalmente em substituição às silagens de milho e sorgo, que são as fontes de alimentos volumosos mais utilizados, todavia, apresentam alto custo de produção e competição com a alimentação humana (Rangel et al., 2008).

Magalhães et al. (2004) avaliaram cana-de-açúcar em substituição (0; 33,3; 66,6 e 100%) à silagem de milho em dietas para vacas em lactação e constataram que a inclusão de 33,3% de cana-de-açúcar no volumoso foi técnica e economicamente viável, enquanto níveis maiores foram inviáveis. Pires et al. (2010) também avaliaram a substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar e caroço de algodão, conforme as proporções: 100:0 (controle), 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100, com base na MS do volumoso e cada tratamento adicionou-se 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de caroço de algodão na MS da dieta, respectivamente. Os autores concluíram que em termos produtivos, é viável a substituição de 50% de silagem de milho por uma mistura de cana-de-açúcar mais caroço de algodão, por manter o consumo de matéria seca e a produção de leite adequados.

### 2.3 Tratamentos químicos em volumosos de baixa qualidade

De acordo com Deminicis et al. (2014) os tratamentos químicos são utilizados para melhorar a qualidade da forragem fenada, dessa forma, faz-se o uso da amônia anidra ( $\text{NH}_3$ ) ou ureia, sendo esse tratamento chamado de amonização. A ureia é a mais utilizada como fonte de amônia, por apresentar fácil manuseio, grande disponibilidade no mercado, baixo risco de intoxicação humana e por ser menos onerosa que a amônia anidra (Gobbi et al., 2005).

Segundo Pádua et al. (2011) a amonização promove a solubilização dos constituintes da parede celular vegetal, que é um efeito positivo de algumas substâncias químicas utilizadas no tratamento de forragens de baixa qualidade uma vez que eleva o valor nutritivo do alimento a ser fornecido aos animais. Isso deve-se ao rompimento das complexas ligações químicas da lignina com a celulose e com a hemicelulose resultando em um aumento no consumo e na digestibilidade (Pinto et al, 2003). Tal fato está relacionado ao maior conteúdo deste componente em plantas com idade avançada, possibilitando uma maior ocorrência de

reações químicas entre o aditivo e as ligações do tipo éster da parede celular que ligam as moléculas de hemicelulose (Reis Junior, 2009). A redução desses compostos na maioria das vezes, ocorre em virtude da solubilização parcial da hemicelulose e com menor frequência na redução da celulose (Rosa & Fadel 2001).

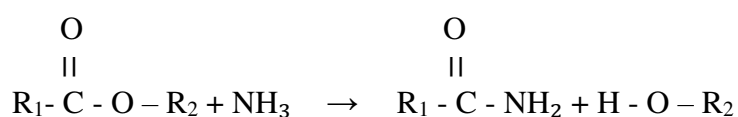
Entre outras vantagens da amonização, há o fornecimento de NNP, aumentando assim a disponibilidade desse nutriente no ambiente ruminal, com incremento nos níveis de proteína bruta (PB), além de ser uma tecnologia de baixo custo e de fácil aplicação pelos produtores (Garcez et al., 2014).

Andrade e Quadros (2011) avaliaram a casquinha de soja amonizada com ureia e observaram melhorias no valor nutricional, em virtude da elevação do teor protéico, redução da fração fibrosa e aumento dos teores de matéria seca. Reis et al. (2001) também encontraram reduções nos teores de FDN e hemicelulose, e elevação nos teores de PB (9,5%) com a aplicação de ureia, equivalente a retenção de 60,5% do N aplicado, em feno tratado com ureia, além do aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Ao avaliarem o bagaço de cana-de-açúcar amonizado, Carvalho et al. 2006 observaram aumento no teor de PB e redução linear nos teores de FDN, os teores de FDN encontrados na MS do bagaço foram 78,1, 71,3, 64,4 e 57,6%, para as respectivas doses de 0, 2,5, 5,0 e 7,5% de ureia. Como observado nos diversos trabalhos, a amonização propõe reduções os teores de FDN em diversos tipos de materiais, especialmente em subprodutos agrícolas e fenos.

### 2.1.2 Reações químicas da amonização

Duas teorias explicam as reações químicas que ocorrem sobre as fibras das forragens quando é adicionada ureia após sua transformação em amônia. A primeira foi descrita por Tarkow & Feist (1969), denominada amoniólise, ou seja, ocorre reação entre amônia e um éster, o que irá produzir uma amida. Essas ligações do tipo ésteres podem ser encontradas entre a hemicelulose ou a lignina com grupos de carboidratos estruturais, em que, essas ligações serão rompidas e conseqüentemente terá a formação de amida, como pode ser esquematizada:

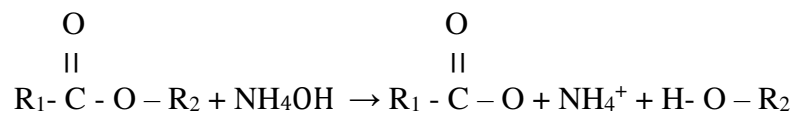


Em que:

$R_1$  = molécula de carboidrato estrutural, e

$R_2$  = outra molécula de carboidrato estrutural, ou um átomo de hidrogênio de um ácido carboxílico ou uma unidade fenil-propano da lignina.

A segunda teoria foi proposta por Buettner et al. (1982) baseia-se na característica da amônia em apresentar alta afinidade com a água, resultando na formação de uma base fraca, o hidróxido de amônio ( $NH_4OH$ ), durante o tratamento de forragens úmidas com esse composto. No processo, ocorre hidrólise alcalina resultante da reação do hidróxido de amônio com as ligações ésteres entre os carboidratos estruturais, conforme esquematizada a baixo a seguinte reação:



$R_1$  = molécula de carboidrato estrutural, e

$R_2$  = outra molécula de carboidrato estrutural, ou um átomo de hidrogênio de um ácido carboxílico ou uma unidade fenil-propano da lignina.

### 2.3.1 Tratamentos biológicos em silagem de cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma forrageira com alta produção de MS, alcançando o máximo valor nutritivo no período seco do ano, possui alta produção de energia por unidade de área em um único corte anual. A ensilagem de cana-de-açúcar é justificável quando há um excedente de produção no final da safra, possibilidade do uso da silagem durante todo o ano e também por dispensar a mão-de-obra para realizar os cortes diários da forragem para o fornecimento aos animais.

A cana-de-açúcar apresenta alto teor de carboidratos não fibrosos na forma de sacarose, um dissacarídeo constituído por glicose e frutose. Favorecendo o desenvolvimento de leveduras durante a ensilagem (Woolford, 1984), acarretando em fermentação alcoólica, bioquimicamente distinta da fermentação láctica conduzida por BAL a partir de outros carboidratos.

Devido à grande disponibilidade de substrato potencialmente fermentável, presente na cana-de-açúcar, faz com que seu processo fermentativo não se estabilize e seja caracterizado por uma sucessão de espécies de microrganismos em que a forragem está mais sujeita às

perdas nutritivas e à ocorrência de fermentação secundárias (Ávila et al, 2009). Este tipo de fermentação pode causar reduções de 44 a 68% no teor de açúcares, aumento relativo nos componentes da parede celular e redução de 28% na digestibilidade da cana-de-açúcar assim conservada (Pedroso et al., 2005). Pesquisas têm sido realizadas utilizando inoculantes microbiológicos na ensilagem de cana-de-açúcar para melhorar as características fermentativas, minimizar fermentações secundárias e a estabilidade aeróbica, segundo Zopollatto et al. (2009) os inoculantes microbianos usados como aditivos incluem bactérias homofermentativas, heterofermentativas, ou a combinação destas.

A utilização de inoculantes bacterianos na ensilagem sempre foi baseada em microrganismos homoláticos, apresentando como principais características: rápida redução do pH e alta produção de ácido lático (Costa *et al.*, 2001). No entanto, problemas relacionados à estabilidade aeróbia das silagens geraram buscas por microrganismos com características distintas daquelas antes desejadas (Filya *et al.*, 2004). Assim, a bactéria *Lactobacillus buchneri* começou a ser utilizada por pesquisadores dos EUA e da Europa a partir do final dos anos 90. O intuito de sua utilização foi o controle da instabilidade aeróbia causada por leveduras e fungos em silagens de alto valor nutritivo (Weinberg e Muck, 1996). As bactérias *Lactobacillus buchneri* produzem ácido acético, que é um agente antifúngico, e melhora a estabilidade aeróbia por fermentar ácido lático em ácido acético. A espécie *L. buchneri* não possui a enzima acetaldeído desidrogenase, responsável pela redução de acetaldeído a etanol. Desse modo, a produção de etanol é praticamente nula (Oude Elferink et al., 2001) e, conseqüentemente, ocorre aumento na concentração de ácido acético como produto final de sua fermentação (McDONALD et al., 1991).

Ao avaliarem silagem de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* exclusivamente ou em associação com *L. plantarum*, As Neto et al (2013) observaram que o tratamento com *L. buchneri* apresentou maior teor de matéria seca (23,7%) e menos perdas devidas à produção de gases que o tratamento controle, 12,46 e 17,53% respectivamente.

Estudando o efeito de *L. buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar, Freitas et al. (2004) não observaram redução nas perdas de MS naquelas inoculadas (33,2%), em relação às silagens controle (31,1%). No entanto, Pedroso (2003) constatou redução nas perdas de MS de 18,2% para 8,05% e aumento de 63% na estabilidade aeróbia em silagens aditivadas com *L. buchneri*, quando comparada à silagem sem aditivo.

Vários estudos foram realizados e respostas positivas foram observadas, como a melhoria na estabilidade aeróbia e a redução na contagem de leveduras, nas silagens de cana-de-açúcar adicionadas de *L. buchneri* (Mendes et al., 2008).

Outro grupo de microrganismos que vêm sendo estudado com finalidade semelhante ao *L. buchneri* é o gênero *Propionibacterium* que têm como característica a produção de ácido propiônico. Essas bactérias heteroláticas no que se refere à eficiência em reduzir o pH da massa ensilada, podem ter a ação sobre o metabolismo de leveduras e fungos filamentosos e ajudam na estabilidade aeróbia (Moon, 1983 e McDonald *et al.*, 1991), no entanto, Pahlow et al. (2003) relatam que bactérias do gênero *Propionibacterium* são eficientes no controle de leveduras desde que o pH da silagem seja superior a 4,5. Filya et al. (2004) adicionaram *P. acidipropionici* na ensilagem de trigo, sorgo e milho e verificaram que nas silagens, embora elas tenham apresentado pH inferior a 4,0, com 16 dias de fermentação, ocorreram aumentos nos teores de ácido propiônico de 0,06% para 0,9% e de ácido acético de 0,5% para 0,74% após 60 dias de fermentação. Consequentemente, estas silagens apresentavam menor população de leveduras após cinco dias de exposição aeróbia, em relação às silagens controle.

## OBJETIVOS

### Objetivo Geral

Avaliar o valor nutritivo do feno da parte aérea da mandioca amonizado com ureia e o pH e o valor nutritivo da silagem de cana de açúcar sem ou com adição de inoculantes, em diferentes períodos de fermentação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. P. & QUADROS, D. G. Composição bromatológica da casca de soja amonizada com uréia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Volume 11 - Número 1 - 1º Semestre 2011.

ARAÚJO, M. J.; MEDEIROS, A. N.; CARVALHO, F. F. R.; SILVA, D. S.; CHAGAS, E. C. O.; Consumo e digestibilidade dos nutrientes em cabras Moxotó recebendo dietas com

diferentes níveis de feno de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1088-1095, 2009.

AZEVEDO, E. B.; NÖRNBERG, J. L.; KESSLER, J. D.; BRÜNING, G.; DAVID, D. B.; FALKENBERG, J. R.; CHIELLE, Z. G.; Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. **Ciência Rural**, v.36, n.6, nov-dez, 2006.

ANDRADE, J. B.; et al. Valor nutritivo de cana-de-acucar tratada com hidroxido de sodio e acrescida de rolao-demilho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasilia, v. 36, n. 10, p. 1265-1268, 2001.

BERTIPAGLIA, L.M.A.; LUCA. S. de; MELO., G.M.P. de et al. Avaliação de Fontes de Urease na Amonização de Fenos de *Brachiaria brizantha* com Dois Teores de Umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.378-386, 2005.

BUETTNER, M.R.; LECHTENBERG, V.L.; HENDRIX, K.S. et al. Composition and digestion of ammoniated tall fescue (*Festuca ardinacea* Schreb.) hay. **Journal of Animal Science**, v.54, n.1, p.173-178, 1982.

CARVALHO, G. G. P., PIRES, A. J. V., VELOSO, C. M., MAGALHÃES, A. F., FREIRE, M. A. L., SILVA, F. F., SILVA, R. R., CARVALHO, B. M. A. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de ureia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.125-132, 2006.

CASTRO, H. S. et al. Rendimento agrícola e forrageiro de três cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum SPP.*) em diferentes épocas de corte. **Ciência e Agrotecnologia**., Lavras. V. 33. N. 5, p. 1336-1341, 2009.

CARDOSO, C. E. L. Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil. 2003. 188p. Tese (Doutorado em Ciências – Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

CARVALHO NETO, O. e WALTRICK de BEM, C. H. Mandioca. In: 6º SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 1994, Piracicaba. Anais... Piracicaba : FEALQ, Utilização de Resíduos Culturais e de Beneficiamento na Alimentação de Bovinos. 1994. p.215-228.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-**CONAB**. Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar. Terceiro levantamento; Brasília. Dez. v.1, n.3, p.21, 2014.

COSTA, C., A.L.G. MONTEIRO, D.A. BERTO, G.A.A. ALMEIDA JR. E A.B.R.C. LOPES. 2001. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens. Em: **Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**. UEM/CCA/ DZO. Maringá. p. 87-126.

DEMINICIS, B.B. ARAÚJO, R. P; ROCHA, N. S; ABREU, M. L. C; GUERRA, R. N; NICOLINI, B. R; PANDOLFI FILHO, A. D; RODRIGUES, P. R. Composição químico-bromatológica do feno de capim elefante amonizado com uréia. **PUBVET (Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia)**, Londrina, V. 8, N. 13, Ed. 262, Art. 1738, Julho, 2014.

FARIA, M. M. S.; JAEGER, S. M. P. L.; OLIVEIRA, G. J. C.; OLIVEIRA, R. L.; LEDO, C. A. S.; SANTANA, F. S. Composição bromatológica do co-produto do desfibramento do sisal tratado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.377-382, 2008.

FREITAS, A. W. P.; PEREIRA, J.C; ROCHA, F. C.; COSTA, M. G.; LEONEL, F. P.; SILVA, C. J.; SILVA, L. O.; MOREIRA, M. S. Característica da silagem de cana-de-açúcar tratadas com dois inoculantes e enriquecida com resíduo de soja . In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1CD-ROM.

FARIA, P. B.; SILVA, J. N.; RODRIGUES, A. Q.; TEIXEIRA, P. D.; MELO, L. Q.; COSTA, S. F.; ROCHA, M. F. M.; PEREIRA, A. A.; Processamento da casca de mandioca na alimentação de ovinos: desempenho, características de carcaça, morfologia ruminal e eficiência econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2929-2937, 2011.

FERREIRA, G. D. G.; OLIVEIRA, R. L.; CARDOSO, E. C.; MAGALHÃES, A. L. R.; BRITO, E. L.; Valor Nutritivo de Co-produtos da Mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, p. 364-374, out/dez, 2007.

FILYA, I., E. SUCU AND A. KARABULUT. The effect of *Propionibacterium acidipropionici*, with or without *Lactobacillus plantarum*, on the fermentation and aerobic stability of wheat, sorghum and maize silages' **Journal of Applied Microbiology** 97, 818-826, 2004.

GARCEZ, B.S. MOREIRA FILHO, M. A; DA SILVA, R. N. P; ALVES, A. A. Influência de tratamentos alcalinos no valor nutritivo de forragens. **PUBVET (Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia)**, Londrina, V. 8, N. 2, Ed. 251, Art. 1657, Janeiro, 2014.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A.F. et al. Composição química e digestibilidade *In Vitro* do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. tratado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.720-725, 2005.

KUNG JR., L. Silage fermentation and additives. In: SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY. Proceedings... Alltech's 17th., **Annual Symposium**. Ed. T.P. Lyons and K.A. Jacques, 2001.

LORENZI, J.O. **Mandioca**. CATI: Campinas, 116 p., 2003. (Boletim Técnico, 245).

LEONEL, M. O farelo, subproduto da extração da fécula de mandioca. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. V.4, cap.15, p.211-217.

MENDES, C.Q.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G.; PIRES, A.V.; RODRIGUES, G.H.; URANO, F.S. Efeito do *Lactobacillus buchneri* na fermentação, estabilidade aeróbia e no valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.2191-2198, 2008.

McDonald, P., A.R. Henderson and S.J.E. Heron. 1991. The biochemistry of silage. 2<sup>a</sup> ed. Chalcomb Publications. Marlow. 340 p.



MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. 1983. **Journal of applied bacteriology.**, 55: 453-460.

MODESTO, E. C.; SANTOS, G. T.; VILELA, D.; SILVA, D. C.; FAUSTINO, J. O.; JOBIM, C. C.; DETMANN, E.; ZAMBOM, M. A.; MARQUES, J. A.; Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, v. 26, no. 1, p. 137-146, 2004.

NUNES IRMÃO, J., FIGUEIREDO, M. P., PEREIRA, L. G. R., FERREIRA, J. Q., RECH, J. L., OLIVEIRA, B. M. Composição química do feno da parte aérea da mandioca em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.** v.9, n.1, p. 158-169, jan/mar, 2008.

NETO, A. S.; NUSSO, L. G.; ZOPOLLATTO, M.; JUNGES, B.; BISPO, A. W.; Silagem de milho ou de cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* exclusivamente ou em associação com *Lactobacillus plantarum*. **Pesquisa Agropecuária brasileira. Brasília**, v. 48, n.s, p. 528-535, maio, 2013.

PACHECO, P. S. et al. Análise econômica da terminação de novilhos em confinamento recebendo diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35. n. 2 p. 999-1012, 2014.

PEDROSO, A. de F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S. de F.; LOURES, D.R.S; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M; PACKER I.H.; HORI, J; GOMES, L.H. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, p.427-432, 2005.

PEDROSO, A.F. Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L), 2003. 120 f. **Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo**, 2003.

PINTO, A. P.; PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y. Características nutricionais e formas de utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 73-84, jan./jun. 2003.

PÁDUA, F.T.; ALMEIDA, J.C.C.; NEPOMUCENO, D.D. et al. Efeito da dose de ureia e período de tratamento sobre a composição do feno de *Paspalum notatum*. **Archivos de Zootecnia**, v.60 n.229, p.57-62, 2011.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of ensiling In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. MADISON: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.31-94.

REIS JUNIOR, L. C. V. Amonização de Feno de Coast-cross. UFRRJ, Instituto de Zootecnia Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (**Dissertação**). 40 p. Seropédica, RJ, Outubro de 2009.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. RESENDE, K.T. et al. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais-1. Constituintes da parede celular, poder tampão e atividade ureática. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.674-681, 2001.

RANGEL, A. H. N. et al. Alimentacao de novilhas com silagem de milho ou cana-de-acucar corrigida com ureia - analise economica. **Revista Caatinga**, Mossoro, v. 21, n. 2, p. 68-72, 2008.

ROSA, B.; FADEL, R. Uso de amônia anidra e de ureia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas. In: Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, Maringá, 2001. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p.41-63.

SILVA, M. A. et al. Respostas fisiológicas de cultivares de cana-de-açúcar submetidas a deficiência hídrica e a reidratação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 28-35, 2013.

SOUZA, A. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; MOTA, Á. D. S.; ROCHA, W. J. B.; OLIVEIRA, C. R.; AGUIAR, A. C. R.; SANTOS, C. C. R.; MENDES, G. A.; Potencial forrageiro e valor

nutricional do feno de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.3, p.604-618 jul./set., 2012.

TARKOW, H.; FEIST, W.C. Mechanism for improving the digestibility of lignocelulosic materials with dilute alkali and liquid ammonia. *Advances in Chemistry*, v.95, p.197- 218, 1969.

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

WEINBERG, Z.G. and R.E. Muck. 1996. New trends and opportunities in the development and use inoculants for silage. *FEMS Microbiology Reviews*, 19: 53-68.

ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J. L. P.; NUSSIO, L. G. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, Suplemento Especial, p.170-189, 2009.

ZEOULA, M.L.; PRADO, I.N.; CALDAS NETO, S.F. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.491-502, 2003.

.

Os artigos 2 e 3 estão de acordo com as normas da revista *Chilean Journal of Agricultural Research*.

## CAPÍTULO 2

### Valor nutritivo do feno da haste da mandioca amonizado com ureia

#### RESUMO

Tratamentos químicos em resíduos de culturas podem melhorar o aproveitamento desses alimentos pelos ruminantes. Objetivou-se avaliar o valor nutritivo do feno da haste da mandioca amonizado com ureia. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (níveis de ureia 0; 2; 4; 6 e 8% da matéria seca, MS) e cinco repetições (sacos para tratamento químico). Analisou-se os teores de MS, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), hemicelulose (HEM), lignina, cinzas e degradabilidade ruminal *in situ*, quanto aos parâmetros de degradação *a*, *b* e *c*, à degradação potencial (A) e degradabilidade efetiva (DE). Houve diferença ( $P < 0,05$ ) do teor de MS para o feno controle e o teor de PB foi maior para o nível de 8% de ureia. Os menores valores de NIDN, FDA e lignina, foram observados nos níveis de 6 e 8% ureia. Para FDN e HEM, houve diferença em relação ao tratamento controle. Não houve variação nos teores de cinzas. A fração *a* aumentou a partir do nível de 4% de ureia, a fração *b* apresentou maior valor no nível de 4% de ureia. A degradação potencial foi superior para o nível de 4% de ureia e a DE foi superior no nível de 6% de ureia para todas as taxas de passagens. A amonização proporcionou efeito positivo sobre a composição química nos níveis de 6 a 8% de ureia, no entanto apresentou baixos valores de degradação ruminal.

**Palavras-chave:** degradação ruminal, fibra em detergente neutro, nitrogênio, ureia

#### ABSTRACT

Chemical treatments in crop residues can improve the utilization of these foods by ruminants. The objective of this study was to evaluate the nutritive value of urea-hone cassava stem hay. A completely randomized design with five treatments (urea levels 0, 2, 4, 6 and 8% of dry matter, DM) and five replicates (bags for chemical treatment) was used. The content of DM, crude protein (PB), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA), neutral detergent insoluble nitrogen (NIDN), hemicellulose (HEM), lignin, ashes; And *in situ* ruminal degradability, for degradation parameters *a*, *b* and *c*, to potential degradation (A) and effective degradability (DE). There was a difference ( $P < 0.05$ ) in the DM content for the control hay and the CP content was higher for the 8% urea level. The lowest values of NIDN, FDA and lignin were observed at levels of 6 and 8% urea. For NDF and HEM, there was difference in relation to the control treatment. There was no change in ash content. The fraction *a* increased from the 4% level of urea, fraction *b* presented higher value at the 4% level of urea. The potential degradation was higher at the 4% level of urea and the ED was higher at the 6% level of urea

34 at all passages rates. The ammonization had a positive effect on the chemical composition at the levels  
35 of 6 to 8% of urea, however it presented low values of ruminal degradation.

36 **Keywords:** neutral detergent fiber, nitrogen, rumen, urea

## 37 INTRODUÇÃO

38  
39 A produção de gramíneas tropicais apresenta flutuações qualitativa e quantitativa ao longo do  
40 ano devido a fatores climáticos, o que acaba diminuindo o desempenho nos sistemas de produção de  
41 ruminantes, tornando necessárias práticas de manejo diferenciadas, com alternância do sistema de  
42 produção e com o uso de forragens conservadas na forma de feno ou silagem de espécies nativas ou  
43 adaptadas ao meio, as quais possibilitem suplementar nutricionalmente os animais e manter ou até  
44 melhorar os índices de produção (Araújo et al., 2009; Silva et al., 2010).

45 Nesse contexto, resíduos e subprodutos podem assumir uma grande importância na  
46 alimentação de ruminantes, uma vez a adoção de um alimento alternativo é um ponto crucial a ser  
47 determinado nos sistemas de produção. Enquanto a silagem e o feno são confeccionados com o  
48 excedente de produção de forragem durante o período chuvoso, os resíduos e subprodutos dependem  
49 da disponibilidade da região. Apesar de ter potencial para suprir algumas necessidades dos ruminantes,  
50 os resíduos e subprodutos geralmente apresentam baixo valor de proteína e um alto valor de fibras,  
51 resultando em um baixo valor nutritivo (Pires et al., 2010).

52 Dentre as culturas que podem ser utilizadas na alimentação animal presentes na região  
53 Nordeste, destaca-se a cultura da mandioca, e seus resíduos culturais (folhas e caule) (Rangel et al.,  
54 2008). Todavia os valores da composição química da mandioca e seus resíduos não são homogêneos e  
55 padronizados como demais alimentos tradicionalmente usados na alimentação animal (Prado et al.,  
56 2006).

57 Uma forma de melhorar o aproveitamento desses alimentos pelos ruminantes seria a utilização  
58 da associação de técnicas de processamento que melhorem sua conservação e seu aproveitamento  
59 nutricional (Silva, 2013). Dentro das possibilidades para melhorar o valor nutritivo de volumosos de  
60 baixa qualidade podemos citar o tratamento químico, com o uso da amônia anidra (NH<sub>3</sub>) ou da ureia,  
61 que proporcionam solubilização dos constituintes da parede celular vegetal, principalmente em virtude  
62 da solubilização parcial da hemicelulose e por fornecer nitrogênio não proteico, aumentando a  
63 disponibilidade de nutrientes no ambiente ruminal. Além das modificações na fração fibrosa e  
64 proteica, a amonização também tem efeito sobre o controle de fungos, o que proporciona ao material  
65 conservado maior valor nutritivo e menores perdas durante o período de armazenagem. Neste  
66 contexto, objetivou-se avaliar o valor nutritivo do feno da haste da mandioca amonizado com ureia,  
67 quanto à composição química e à degradabilidade *in situ* da matéria seca.

## MATERIAIS 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, região do Baixo Parnaíba Maranhense. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical quente e úmido (Aw), com temperatura média anual superior a 27 °C e precipitação pluvial média anual de 1.835 mm, com períodos de chuva entre os meses de janeiro e junho e de seca de julho a dezembro (Maranhão, 2002).

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram nas seguintes doses de ureia: 0, 2, 4, 6 e 8%, com base na matéria seca (MS).

As hastes da mandioca foram colhidas em áreas de cultivo na zona rural de Chapadinha com idade de 18 meses. O material foi triturado em picadeira e espalhado sobre lonas plásticas, sendo revirado frequentemente para desidratação até o ponto de feno.

O material foi pesado na quantidade de 2,200 kg feno/saco, alocados em sacos plásticos de 200 micras de espessura e a quantidade de ureia correspondente a cada nível foi diluída em água, visando atingir umidade do material de 30% e, em seguida, foi distribuída nos fardos de feno por aspersão utilizando-se um regador e aplicando em camadas para se obter uma melhor homogeneização com o material. Em seguida os sacos plásticos foram vedados de modo a impedir a volatilização da amônia, sendo armazenados por 30 dias em local seco e arejado.

Após o período de tratamento, os fardos foram abertos e deixados aerando por 48 horas para eliminação do excesso de amônia produzida na hidrólise da ureia e que não reagiu com o material. Em seguida ao período de aeração, coletou-se uma amostra de cada unidade experimental, as quais foram pesadas e pré-secas em estufa de circulação de ar forçada por 72 horas a 55°C, sendo posteriormente pesadas para a obtenção do teor de matéria pré-seca (MS) e moídas em moinho de facas tipo Willey para a realização das análises químicas e degradabilidade *in situ* da MS.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Forragicultura quanto ao teor de MS e, com base na MS, proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), conforme procedimentos da AOAC (2010); fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com metodologia de Van Soest et al. (1991) e fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA), segundo metodologia de Van Soest et al. (1963) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) conforme Licitra et al. (1996).

A degradabilidade da MS (DMS) foi avaliada pela técnica *in situ*, utilizando-se um ovino mestiço com peso vivo 60 kg, segundo procedimentos sugeridos por Tomich e Sampaio (2004). Pesaram-se 4 g da mostra moída e alocaram-se em sacos de náilon medindo 12x8cm, com porosidade 50 µm (Nocek, 1988). Para o ensaio de degradabilidade, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4x5 (quatro tempos de incubação e cinco níveis de ureia). Adotaram-se os tempos de incubação 6, 24, 72 e 96 horas.

104 Após o período de incubação, os sacos foram lavados, e secos em estufa de circulação forçada  
 105 de ar a 55 °C, por 48 horas. Para determinação do desaparecimento do material no tempo zero os sacos  
 106 foram mantidos em banho-maria por 1 hora à temperatura de 39 °C. Após esse tempo, os sacos  
 107 receberam os mesmos procedimentos dos sacos que foram incubados.

108 A DMS para cada tempo foi calculada pela proporção de alimento que desapareceu nos sacos  
 109 após a incubação no rúmen no tempo (t). Para avaliação dos parâmetros de DMS foi utilizado o  
 110 modelo conforme Orskov e McDonald (1979) adaptado por Sampaio (1988):

$$111 \text{ Deg} = A - B^{*(-ct)}$$

112 A - corresponde a degradação potencial do material incubado quando o tempo não é um fator limitante  
 113 (% máxima de degradação do material contido no saco);

114 B - parâmetro sem valor biológico, ou seja, se não houvesse tempo de colonização, ele corresponderia  
 115 ao total a ser degradado pela ação microbiana;

116 c - taxa de degradação por ação fermentativa de B;

117 t = tempo de incubação no rúmen, em horas.

118 Uma vez calculados os coeficientes A, B e c, esses foram aplicados à equação proposta por  
 119 Ørskov e McDonald (1979) para o cálculo da degradabilidade efetiva:

$$120 \text{ DE} = a' + (b' * C) / (C + k)$$

121 a' = % desaparecimento no tempo zero (Média);

122 b' = A-a';

123 C= taxa constante de degradação;

124 k = taxa de passagem do alimento, assumiu-se uma taxa de passagem da digesta para o duodeno de 2;  
 125 5 e 8% por hora.

126 Os dados foram submetidos a testes que assegurassem as prerrogativas básicas (testes de  
 127 Homocedasticidade e Normalidade), para que os dados pudessem ser submetidos à análise de  
 128 variância. Em seguida realizou-se uma comparação de médias ao nível de 5% de probabilidade pelo  
 129 teste de SNK, com o auxílio do procedimento PROC GLM. Os parâmetros a, b e c e as curvas de  
 130 degradação *in situ* do capim foram determinados segundo o método de Gauss-Newton, pelo PROC  
 131 NLIN, do programa estatístico SAS 9.0 (2002).

## 132 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

133

134 A adição de ureia não proporcionou diferença no teor de MS entre os níveis testados, diferindo  
 135 apenas do controle, sendo em média 13,09% inferior em relação ao controle (Tabela 1). A redução da  
 136 matéria seca de materiais amonizados é decorrente do poder higroscópico da ureia, por ter alta

137 afinidade com a água (Pires et al., 2010), visto que, ao final do tempo de estocagem, os sacos  
 138 permaneceram abertos por 48 horas até a retirada das amostras. Essa redução no teor de MS está de  
 139 acordo com dados da literatura para materiais amonizados, Cardoso et al. (2004) testaram a palhada de  
 140 arroz amonizada com 100 g de ureia e observaram redução de 3,22% de MS, e Zanine et al. (2007) ao  
 141 trabalharem com o feno do capim-Tanzânia amonizado, observaram redução de 17,87% de MS para o  
 142 nível de 3% de ureia.

143

144 Tabela 1- Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN),  
 145 fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), cinzas, nitrogênio insolúvel em  
 146 detergente neutro (NIDN) e lignina (LIG) da haste da mandioca amonizada com ureia

Variáveis	Níveis de ureia					CV %
	0	2	4	6	8	
MS %	78,57A	70,89B	68,43B	65,93B	67,88B	3,64
PB, % da MS	3,25E	5,46D	6,49C	7,03B	7,67A	5,18
NIDN, % da MS	41,42A	37,28AB	36,43AB	32,77B	29,74B	11,14
FDN, % da MS	75,24A	72,29B	72,23B	70,86B	69,32B	1,2
FDA, % da MS	52,91A	52,65A	52,54A	50,92B	50,31B	1,81
HEM, % da MS	22,33A	19,64B	19,69B	19,94B	19,01B	5,85
CINZAS, % da MS	3,34	3,41	3,42	3,53	3,75	7,98
LIG, % da MS	20,30A	20,35A	20,18A	18,89B	19,76AB	3,34

147 Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de SNK (Student-Newman-  
 148 Keuls) a 5% de probabilidade.

149

150 Os teores médios de PB aumentaram de acordo com os níveis de ureia, sendo que para o  
 151 material amonizado com 8% de ureia observou-se um aumento desse parâmetro em 57% (7,67% PB)  
 152 em relação ao tratamento controle. Para os níveis de 4 e 6%, houve um aumento de 49,9% e 53,76%  
 153 de PB, respectivamente. Este aumento é resultante da adição de nitrogênio não protéico (NNP), via  
 154 amonização. Segundo Shimidt et al. (2003) a elevação do teor de proteína PB em feno com  
 155 amonização está ligada à retenção de nitrogênio, e esta, à atividade ureolítica responsável pela  
 156 transformação da ureia em amônia.

157

158 Este mesmo comportamento foi observado por Brandão et al. (2011), quando avaliaram  
 159 componentes da planta do sisal e observaram maiores valores de PB (22,7%) para aqueles que  
 160 sofreram o processo de amonização com 5% de ureia com base na matéria seca do material, e por Roth  
 161 et al. (2010) que trabalharam com resíduos de pós-colheita de capim-Marandu e também encontraram  
 maior valor de proteína bruta com 5% de ureia (17,22%).



162 PODE-SE OBSERVAR QUE O FENO DA HASTE DA MANDIOCA NÃO APRESENTOU VALORES DE PB TÃO ELEVADOS  
163 QUANTO AOS CITADOS, TODAVIA O MATERIAL AMONIZADO COM 6 E 8% DE UREIA APRESENTARAM VALOR MÍNIMO DE  
164 PB (7%) PARA GARANTIR ADEQUADA FERMENTAÇÃO DOS CARBOIDRATOS ESTRUTURAIS NO RÚMEN (CARVALHO ET AL.,  
165 2006), POIS O SUPRIMENTO DE N EM QUANTIDADE ADEQUADAS FAVORECE A MANUTENÇÃO DA ATIVIDADE  
166 MICROBIANA RUMINAL. DESSA FORMA, EM CONDIÇÕES ONDE SÃO UTILIZADAS FORRAGENS DE BAIXA QUALIDADE, O  
167 PRIMEIRO FATOR NUTRICIONAL LIMITANTE DO DESEMPENHO ANIMAL É A DISPONIBILIDADE DE ENERGIA E, PARA OS  
168 MICRORGANISMOS RUMINAIS, A DISPONIBILIDADE DE PROTEÍNA E MINERAIS (CRUZ & SILVA, 2016).

169 PARA O NITROGÊNIO INSOLÚVEL EM DETERGENTE NEUTRO (NIDN), HOVE EFEITO SIGNIFICATIVO PARA AS  
170 DOSES DE 6 E 8% UREIA (32,77 E 29,74 % NIDN, RESPECTIVAMENTE). ESSA DIMINUIÇÃO NOS TEORES DE NIDN  
171 ESTÁ RELACIONADA COM A DIMINUIÇÃO DA FDN DO MATERIAL SUBMETIDO À ADIÇÃO DE UREIA, POIS QUANTO  
172 MENOR O VALOR DE FDN MENOR SERÁ O TEOR DE NIDN, O QUE RESULTA EM MAIOR DISPONIBILIDADE DE PB COM  
173 MAIOR PROPORÇÃO DE FRAÇÕES PROTEICAS DIGESTÍVEIS NO RÚMEN. ESSE RESULTADO FOI DIFERENTE DOS  
174 ENCONTRADOS POR FERNANDES ET AL. (2009), QUE AVALIARAM SILAGEM DE SORGO COM ADIÇÃO DE UREIA E  
175 OBSERVARAM QUE OS VALORES DE NIDN DAS SILAGENS SOFRERAM EFEITO LINEAR POSITIVO DAS DOSES DE UREIA,  
176 POSSIVELMENTE EM DECORRÊNCIA DAS REAÇÕES DE AMONIÓLISE. FERNANDES ET AL. (2002) AFIRMAM QUE ALTOS  
177 FRAÇÕES DE NIDN SÃO PREJUDICIAIS AOS ANIMAIS, JÁ QUE ESSA FRAÇÃO É LENTAMENTE DEGRADADA NO RÚMEN.

178 NÃO HOVE DIFERENÇA SIGNIFICATIVA ( $P>0,05$ ) ENTRE OS NÍVEIS DE UREIA TESTADOS PARA AS VARIÁVEIS  
179 FDN E HEM, APENAS EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO CONTROLE. PARA OS TEORES DE FDN DOS NÍVEIS DE UREIA  
180 TESTADOS, HOVE UMA REDUÇÃO DE 5,4% EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO CONTROLE, E PARA A HEM UMA REDUÇÃO  
181 DE 12,36%. PARA OS TEORES DE FDA, OS NÍVEIS DE 6 E 8% PROPORCIONARAM REDUÇÕES DE 3,76 E 4,91%,  
182 RESPECTIVAMENTE, EM RELAÇÃO AO TRATAMENTO CONTROLE.

183 UMA DAS PRINCIPAIS ALTERAÇÕES NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA FRAÇÃO FIBROSA DE VOLUMOSOS TRATADOS  
184 COM AMONIZAÇÃO É A SOLUBILIZAÇÃO DA HEMICELULOSE, RESULTANDO EM DIMINUIÇÃO NO CONTEÚDO DE FDN (5  
185 A 12%) (CRUZ & SILVA, 2016), E A QUEBRA DA LIGAÇÃO EXISTENTE ENTRE A LIGNINA E OS CARBOIDRATOS DA  
186 PAREDE CELULAR, PERMITINDO, DESSA FORMA, QUE OS MICRORGANISMOS DO RÚMEN TENHAM MAIOR SUPERFÍCIE  
187 ESPECÍFICA PARA SE AGREGAREM E, CONSEQUENTEMENTE, AUMENTAREM A DIGESTIBILIDADE (OLIVEIRA ET AL.,  
188 2011).

189 DE ACORDO COM VAN SOEST (1994), CONCENTRAÇÕES DE FDN ACIMA DE 60% NA DIETA  
190 PROPORCIONAM UMA CORRELAÇÃO NEGATIVA COM O CONSUMO DE MATÉRIA SECA DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS. NO  
191 PRESENTE TRABALHO OS VALORES ENCONTRADOS SÃO SUPERIORES QUE 60%, O QUE DE ACORDO COM O AUTOR ACIMA,  
192 PODEM DIMINUIR O CONSUMO DE MATÉRIA SECA.

193 MARQUES ET AL. (2014) AVALIARAM A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS FENOS DAS FRAÇÕES DA PARTE AÉREA DA  
194 MANDIOCA E OBSERVARAM VALORES DE FDN (71,55 A 82,63%) E FDA (41,33 A 56,47%), VALORES ESTES  
195 PRÓXIMOS AO ENCONTRADOS NO PRESENTE TRABALHO NO TRATAMENTO CONTROLE. CARVALHO ET AL. (2006 A)

196 observaram uma redução de 24,87% no conteúdo de FDN para o bagaço de cana amonizado (7,5% de  
197 ureia) em relação ao tratamento controle, sendo superior aos encontrados nesta pesquisa.

198 Oliveira et al. (2011) avaliaram diferentes doses de ureia no bagaço cana-de-açúcar e  
199 observaram que as doses 6 e 8% de ureia foram suficientes para promover reduções de 13,68% (6% de  
200 ureia) e 19,17% (8% de ureia) para os teores de FDN. Para FDA houve reduções de 11,42 e 19,14% (6  
201 e 8% de ureia, respectivamente) em comparação ao nível de 2%, a hemicelulose reduziu  
202 aproximadamente 19,39 %. Essas variações na quantidade de FDN e FDA de volumosos amonizados  
203 encontrados nos trabalhos são decorrentes da qualidade do material *in natura*.

204 Para os valores de cinzas não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) para os níveis de ureia  
205 avaliados. Pádua et al. (2011) não encontraram diferença nos valores de matéria mineral quando  
206 avaliaram doses de ureia em feno de grama batatais, segundo os autores o conteúdo de MM do feno  
207 não foi alterado pelo fato da ureia ser hidrolisada pela urease em amônia, composto volátil não se  
208 acumulando no material tratado. No entanto, Andrade & Quadros (2011) encontraram efeito linear  
209 positivo da matéria mineral (MM) da casca de soja amonizada, com um aumento de 0,15 unidades  
210 percentuais de minerais para aumento de cada dose de ureia (4, 8 e 12% da matéria seca).

211 Os teores de lignina apresentaram diferença significativa ( $P<0,05$ ) para os níveis de  
212 amonização com 6 e 8% de ureia (18,89 e 19,76% LIG), respectivamente. Souza et al. (2012)  
213 avaliaram a composição química das sobras do plantio da mandioca e encontraram valor de lignina de  
214 18,88%, valor este próximo ao encontrado nessa pesquisa.

215 Gobbi et al. (2005) avaliaram a composição química de *Brachiaria decumbens* tratada com  
216 ureia e não observaram efeito da amonização sobre os teores de lignina, todavia, Oliveira et al. (2011)  
217 ao avaliarem o bagaço de cana amonizado com ureia, obteve reduções no teor de lignina para níveis de  
218 6 e 8% de ureia. As respostas do teor de lignina de volumosos em relação à amonização é bastante  
219 variável e contraditória na literatura, mas Van Soest (1994) afirma que pode ocorrer a dissolução de  
220 parte da lignina e rompimento das ligações intermoleculares do tipo éster, entre o ácido urônico da  
221 hemicelulose e da celulose, durante a amonização, o que favorece a redução desse composto.

222 Altos teores de lignina influenciam negativamente a digestibilidade de forragens. A presença  
223 de lignina na parede celular influencia a digestibilidade de celulose e hemicelulose, que são  
224 normalmente a maior fonte de substrato disponível para fermentação no rúmen e constituem a  
225 principal fonte de energia para o ruminante (Bauer et al., 2008).

226 Na tabela 2 estão descritos os parâmetros da degradação ruminal, degradabilidade potencial e  
227 degradabilidade efetiva da matéria seca da haste da mandioca amonizada com ureia. Pode-se observar  
228 que fração solúvel em água (*a*) aumentou a partir do nível de 4% de ureia. Tal efeito pode ser  
229 explicado pelo fato da ureia ser uma fonte de nitrogênio não proteico prontamente disponível aos  
230 microrganismos do rúmen e altamente solúvel em água (Carvalho et al., 2007).

231 Outro fator que possivelmente influenciou na maior porcentagem da fração solúvel foi a  
 232 menor proporção de fração fibrosa contida nos tratamentos com 6 e 8% de ureia (Tabela 1),  
 233 determinando assim os maiores percentuais da fração solúvel da MS do feno da haste da mandioca.  
 234 Os valores da fração solúvel encontrados neste trabalho foram inferiores aos encontrados por  
 235 Figueiredo et al. (2006), quando avaliaram a degradação do feno da haste da mandioca colhidas aos 14  
 236 meses, encontraram 22,4% de fração solúvel, apesar de apresentar teores médios de FDN e FDA  
 237 (73,68 e 51,06%, respectivamente) próximos aos observados nesse estudo.

238

239 Tabela 2- Parâmetros da degradação ruminal (a, b e c), degradabilidade potencial (A) e degradação  
 240 efetiva (DE) da matéria seca nas taxas de passagem 2, 5 e 8%/hora da haste da mandioca  
 241 amonizada com ureia.

Níveis de Ureia (%)	a (%)	b (%)	c (%/h)	A	R <sup>2</sup>	Degradação efetiva (%)		
						2 %/h	5 %/h	8 %/h
0	12,43	17,44	5,03	29,87	98,03	24,91	21,18	19,16
2	12,91	17,83	4,74	30,74	97,05	25,45	21,59	19,95
4	14,02	20,30	3,95	34,32	84,32	27,50	22,98	20,73
6	13,95	18,92	5,10	32,87	79,38	27,54	23,50	21,32
8	14,84	17,86	4,21	32,70	96,65	26,95	23,00	21,00

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

244

245

246 A fração *b* apresentou maiores valores para os níveis de inclusão 4 e 6 % de ureia com 20,30 e  
 247 18,92 % de fração insolúvel, respectivamente. A taxa de degradação da fração *b* foi superior para o  
 248 nível de inclusão 6% com 5,10%/hora. Sena et al. (2014) encontraram valor médio para fração *b* da  
 249 MS (haste da mandioca) 40,56% e para taxa de degradação desta fração, de 5,49%/hora. Segundo  
 250 Sampaio (1988), ao determinar que alimentos vegetais de boa qualidade geralmente, apresentam taxa  
 251 de degradação da MS 2 a 6%/h, altos valores de (c) significa que o potencial máximo de degradação é  
 252 alcançado em menor tempo.

253 A degradação potencial (A) foi superior para o nível de 4% de ureia, com 34,32%. Entretanto,  
 254 esse valor alcançado é considerado baixo, considerando os valores de A encontrados por Carvalho et  
 255 al. (2006) em bagaço de cana-de-açúcar e Figueiredo et al. (2006) na haste da mandioca, que foram de  
 256 57,10% e 49,2%, respectivamente. Quanto maior os valores de A significa dizer que o material  
 257 apresenta maior degradabilidade, todavia, essa diferença de degradação é explicada pelas diferenças  
 258 de valores de FDA que os autores encontraram em seus trabalhos, apresentando inferioridade em

259 relação aos aqui apresentados. Considerando que a FDA é constituída por celulose e lignina, sendo a  
260 lignina um constituinte da parede celular que lhe confere resistência e acaba por dificultar o acesso dos  
261 microrganismos ruminais ao conteúdo celular, o que ocasiona uma menor digestibilidade, como já  
262 discutido anteriormente.

263 A degradabilidade efetiva para as taxas de passagem de 2, 5 e 8%/hora, foi superior para o  
264 nível de 6% de ureia (27,54, 23,50, 21,32 %), pode-se observar que a medida que a taxa de passagem  
265 foi aumentando, a degradação diminuiu, isso ocorre devido ao menor tempo de permanência do  
266 alimento no ambiente ruminal. Carvalho et al. (2006) avaliaram a degradabilidade ruminal de alguns  
267 volumosos para ruminantes, e encontraram para o feno da parte aérea da mandioca uma degradação de  
268 48,26, 38,20, 32,17 % para as taxas de passagem de 2, 5 e 8%. Esses valores são superiores aos  
269 encontrados nessa pesquisa, isso devido ao baixo valor de FDA obtido (28,11%). Sena et al. (2014)  
270 encontraram degradabilidade efetiva da MS para a taxa de passagem de 5% uma degradabilidade com  
271 média de 42,73%, para material da sobra do plantio da mandioca, essa superioridade da DE em relação  
272 ao presente trabalho também está relacionada com o menor teor de FDA (42,84%), apresentando  
273 aproximadamente 19,02% menor que o tratamento controle deste trabalho.

274 Apesar das mudanças ocorridas na composição química pela amonização, parece não ter sido  
275 suficientes para que ocorresse uma degradação eficiente. O aumento no teor de N não parece ter  
276 proporcionado maior atividade microbiana no rúmen, provavelmente pela assincronia entre  
277 fermentação de carboidratos e liberação da amônia, pois para que ocorra uma degradação em níveis  
278 adequados, é necessário que carboidratos fermentescíveis e minerais estejam disponíveis para elevar o  
279 uso microbiano da ureia e a taxa de degradação da forragem (Shimidt et al., 2003).

## 280 CONCLUSÃO

281 Os níveis de 6 a 8% de ureia proporcionam melhorias na composição química do feno da haste  
282 da mandioca, no entanto, o material por apresentar muita fração fibrosa, apresentou baixa degradação  
283 ruminal.  
284

## 285 AGRADECIMENTOS

286  
287 Ao grupo de pesquisa FOPAMA e à FAPEMA pela concessão da bolsa de mestrado.

## 288 REFERÊNCIAS

289  
290 Araújo, M.J., A. N. Medeiros, F. F. R. Carvalho, D. S., Silva, E. C. O. Chagas. 2009. Consumo e  
291 digestibilidade dos nutrientes em cabras Moxotó recebendo dietas

- 292 com diferentes níveis de feno de maniçoba. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.6, p.1088-  
293 1095.
- 294 Andrade, A.P., D. and G. Quadros. 2011. Composição bromatológica da casca de soja amonizada com  
295 uréia. Revista de Biologia e Ciências da Terra. v.11, n.1.
- 296 Bauer, S. O., J. A. Gomide, E. A. M, A. J. Silva Regazzi, J. F. Chichorro. 2008. Características  
297 anatômicas e valor nutritivo de quatro gramíneas predominantes em pastagem natural de Viçosa,  
298 MG. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.1, p.9-17.
- 299 Brandão, L.G.N., L.G.R. Pereira, J.A.G. Azevêdo, R.D. Santos, A.S.L. Aragão, T.V. Voltolini, A.L.A.  
300 Neves, G.G.L. Araújo, W.N. Brandão. 2011. Valor nutricional de componentes da planta e dos  
301 coprodutos da Agave sisalana para alimentação de ruminantes. Arquivo Brasileiro de Medicina  
302 Veterinária e Zootecnia, v.63, n.6, p.1493-1501.
- 303 Carvalho, G. G. P., A. J. V. Pires, C. M. Veloso, A. F. Magalhães, M. A. L. Freire, F. F. Silva, R. R.  
304 Silva, B. M. A. Carvalho. 2006a. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com  
305 quatro doses de ureia. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.1, p.125-132.
- 306 Carvalho, G. G. P., A. J. V. Pires, R. Garcia, R. R. Silva, F. B. L. Mendes, A. A. Pinheiro, D. R.  
307 Souza. 2007. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da fração fibrosa do bagaço de cana-de-  
308 açúcar tratado com uréia. Ciência Animal Brasileira. v. 8, n. 3, p. 447-455.
- 309 Cruz, C. C. B., and A. D. Silva. 2016. Tratamento químico e biológico em volumosos para ruminantes.  
310 PUBVET. v.10, n.3, p.224-234.
- 311 Carvalho, G.G.P., A.J.V. Pires, C.M. Veloso, E.F.F. Silva, R.R. Silva. 2006b. Degradabilidade  
312 ruminal do feno de alguns alimentos volumosos para ruminantes. Arquivo Brasileiro de Medicina  
313 Veterinária e Zootecnia. v.58, n.4, p.575-580.
- 314 Cardoso, G. C., R. Garcia, A. L. Souza, O. G. Pereira, C. M. S. Andrade, A. J. V. Pires, F. S.  
315 Bernardino. 2004. Desempenho de Novilhos Simental Alimentados com Silagem de Sorgo, Cana-  
316 de-Açúcar e Palhada de Arroz Tratada ou não com Amônia Anidra. Revista Brasileira de  
317 Zootecnia, v.33, n.6, p.2132-2139.
- 318 Fernandes, L. O., R. A. Reis, L. R. A. Rodrigues, I.L. Ledic, R. J. Manzan. 2002. Qualidade de feno  
319 de Brachiaria decumbens Stapf. submetido ao tratamento com amônia anidra ou uréia. Revista  
320 Brasileira de Zootecnia, v.31, n.3, p.1325- 1332.
- 321 Figueiredo, M.P., L.F. Souza, J.Q. Ferreira. 2006. Cinética da degradação ruminal da matéria seca da  
322 haste, da raiz, do feno da parte aérea e da silagem de raiz de mandioca (*Manihotesculenta*Crantz)  
323 tratada com uréia. Brazilian Journal of Veterinary  
324 Research Animal Science, v.43, n.1, p.11-17.

- 325 Fernandes, F. E. P., R. Garcia, A. J. V. Pires, O. G. Pereira, G. G. P. Carvalho, C. S. Olivindo. 2009.  
326 Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. Revista  
327 Brasileira de Zootecnia. v.38, n.11, p.2111-2115.
- 328 Gobbi, K.F., R. Garcia, A. F. Garcez Neto, O.G. Pereira, F.S. Bernardino, F.C. Rocha. 2005.  
329 Composição química e digestibilidade *in vitro* do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. Tratado  
330 com uréia. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 34, p. 720-725.
- 331 Licitra, G.; T.M. Hernandez, P.J. Van Soest. 1996. Standardization of procedures for nitrog  
332 fractionation of ruminant feeds. Journal of Animal Science and Technology, v.57, n.4,  
333 p.347-358.
- 334 Marques, K. M. S., V. R. Rocha Júnior, S. T. Reis, S. H. C. Almeida Filho, L. M. P. Oliveira, D. A.  
335 Assis, A. C. R. Aguiar, C. F. Souza, C. R. Antunes. 2014. Cinética de fermentação *in vitro* de fenos  
336 da parte aérea de mandioca. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v.15, n.3,  
337 p.528-543.
- 338 Maranhão - Governo Do Estado Do Maranhão. 2002. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento  
339 Econômico - GEPLAN. Atlas do Maranhão. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão, 39 p.
- 340 Nocek, J.E. 1988. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy  
341 digestibility: a review. Journal of Dairy Science, v.71, n.8, p.2051-2069.
- 342 Oliveira, T.S., V. R. Rocha Júnior, S. T. Reis, E. F. Aguiar, A. S. Souza, G. W. V. Silva, E. S. Dutra,  
343 C. J. Silva, C. L. Abreu, F. K. Q. Bonalti. 2011. Composição química do bagaço de cana-de-açúcar  
344 amonizado com diferentes doses de uréia e soja grão. *Archivo de Zootecnia*. p. 625-635.
- 345 Orskov, E. R., and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from  
346 incubation measurements weighed according torate of passage. *Journal Agricultural Science*, v. 92,  
347 p. 499 – 503.
- 348 Prado, I.N., A.L. Zeviani, J.A. Marques, et al. 2006. Avaliação produtiva e econômica da substituição  
349 do milho por subprodutos industriais da mandioca na terminação de novilhas. *Campo Digital*, v.1,  
350 n.1, p.37-47.
- 351 Pires, A. J. V., G. G. P. Carvalho, L. S. O. Ribeiro. 2010. Chemical treatment of roughage. *Revista*  
352 *Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.192-203.
- 353 Pádua, F.T., J.C.C. Almeida, D.D. Nepomuceno, O. Cabral Neto, B.B. Deminicis. 2011. efeito da dose  
354 de uréia e período de tratamento sobre a composição do feno de *paspalum notatum*. *Archivo*  
355 *Zootecnia*. p.57-62.
- 356 Roth, M. T. P., R. A. Reis, F. D. Resende, G. R. Siqueira, A. J. Pires, L. M. A. Bertipaglia. 2010.  
357 Chemical treatment of post-harvest Marandu grass seed residues with different moisture contentes.  
358 *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.3, p.479-486.
- 359 Rangel, A. H. N., F. P. Leonel, A. P. Braga, M. J. P. Pinheiro, D. M. Lima Júnior. 2008. Utilização  
360 da mandioca na alimentação de ruminantes. *Revista Verde*. v.3, n.2, p.01-12.

- 361 Sampaio, I. B. M. 1988. Experimental designs and modeling techniques in the study of roughage  
362 degradation in rumen and growth of ruminants. Reading: University of Reading, 1988. 214p. Tese  
363 (Doutorado) - University of Reading.
- 364 Schmidt, P., F.S. Wechsler, F.M. Vargas Junior. et al. 2003. Valor nutritivo do feno de braquiária  
365 amonizado com uréia ou inoculado com *Pleurotus ospreatus*. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32,  
366 n.6, p.2040-2049.
- 367 Sena, L. S., V. R. Rocha Júnior, S. T. Reis, L. M. Oliveira, K. M. S. Marques, T. R. Tomich. 2014.  
368 Degradabilidade das silagens de diferentes frações da parte aérea de quatro cultivares de mandioca.  
369 Ciência Animal Brasileira, v.15, n.3, p. 249-258.
- 370 Silva, C. F. P. G., M. S. Pedreira, M. P. Figueiredo, F. S. Bernardino, D. H. Farias. 2010. Qualidade  
371 fermentativa e caracterização químico-bromatológica de silagens da parte aérea e raízes de  
372 mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá, v. 32, n. 4, p.  
373 401-408.
- 374 Souza, A. S., V. R. Rocha Júnior., A. D. S. M. Rocha., J. B. Weder., C. R. Oliveira., A. C. R. Aguiar.,  
375 C. C. R. Santos., G. A. Mendes. 2012. Potencial forrageiro e valor nutricional do feno de diferentes  
376 frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. Revista Brasileira de Saúde Produção  
377 Animal. Salvador, v.13, n.3, p.604-618.
- 378 Tomich, T.R., I.B.M. Sampaio. 2004. A new strategy for the determination of forage degradability  
379 with an in situ technique through the use of one fistulated ruminant. *J. Agric. Sci.*, v.142, p.589-  
380 593.
- 381 Van Soest, P. Nutricional ecology of the ruminant 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p
- 382 Zanine, A.M., E.M., Santos, D.J. Ferreira, et al. 2007. Efeito de níveis de ureia sobre o valor  
383 nutricional do feno de capim-tanzânia. Semina: Ciências Agrárias, v.28, n.2, p.333-340.

## CAPÍTULO 3

**Valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos bacterianos e períodos de fermentação****RESUMO**

A silagem de cana-de-açúcar é caracterizada pela fermentação alcoólica que acarreta perdas. Assim, objetivou-se avaliar o valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar sem ou com inoculante *Propionibacterium acidipropionici* ou *Lactobacillus buchneri*, em diferentes períodos de fermentação (10; 60 e 90 dias). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 3 (sem ou com inóculo x períodos de fermentação). Analisou-se pH, matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM) e lignina; e degradabilidade *in situ* da MS, quanto aos parâmetros *a*, *b* e *c*, degradação potencial (A) e degradabilidade efetiva (DE). Houve diferença para o pH, o período de 90 dias apresentou menor média para ambos inoculantes. Houve interação inoculante x período de fermentação ( $P < 0,05$ ) para o teor de MS, com redução na silagem sem aditivo aos 90 dias. Os teores de PB, HEM, FDA e lignina não foram influenciados pelos tratamentos. A bactéria *P. acidipropionici* proporcionou menor teor de FDN aos 10 dias e apresentaram maior fração *a*, degradação potencial e DE. Aos 60 dias não houve variação na fração solúvel, a silagem controle apresentou maior fração *b*, maior degradação potencial e DE. Aos 90 dias de fermentação, as silagens com *L. buchneri* apresentaram maior fração *a*, taxa de degradação e DE e obteve-se maior valor de *b* na silagem sem inoculante. Os inoculantes foram eficientes em manter os teores de MS das silagens, no entanto, não alteraram a degradação.

**Palavras-chave:** degradação ruminal, inoculante matéria seca,

**ABSTRACT**

Sugarcane silage is characterized by alcoholic fermentation that leads to losses. The objective of this study was to evaluate the nutritive value of sugarcane silages without or with *Propionibacterium acidipropionici* or *Lactobacillus buchneri* inoculant in different fermentation periods (10, 60 and 90 days). The experimental design was completely randomized in factorial arrangement 3 x 3 (without or with inoculum x periods of fermentation). PH, dry matter (DM), crude protein (PB), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA), hemicellulose (HEM) and lignin were analyzed; And *in situ* degradability of DM, for parameters *a*, *b* and *c*, potential degradation (A) and effective degradability (DE). There was difference for pH, the period of 90 days presented lower average for both inoculants. There was inoculant interaction x fermentation period ( $P < 0.05$ ) for DM content, with reduction in



34 silage without additive at 90 days. The levels of PB, HEM, FDA and lignin were not influenced by the  
35 treatments. The bacterium *P. acidipropionici* provided a lower NDF content at 10 days and showed a  
36 higher fraction a, potential degradation and ED. At 60 days there was no variation in the soluble  
37 fraction, the control silage presented higher fraction b, greater potential degradation and DE. At 90 days  
38 of fermentation, the silages with *L. buchneri* presented higher fraction a, rate of degradation and DE and  
39 obtained a higher value of b. In the inoculant silage. The inoculants were efficient in maintaining the  
40 DM contents of the silages, however, they did not alter the degradation.

41 **Key words:** dry matter, inoculant, ruminal degradation

## 42 INTRODUÇÃO

43  
44 A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) constitui uma alternativa de alimento volumoso  
45 para ruminantes durante o período da seca, sendo frequentemente utilizada na forma *in natura*,  
46 mediante cortes diários (Schmidt et al., 2011). Esta forma de utilização da cana-de-açúcar apresenta  
47 alguns inconvenientes como a necessidade de contratação de mão-de-obra para cortes, despalhamento,  
48 desintegração e transporte, o que leva muitos produtores a optar pelo processo de ensilagem como  
49 alternativa de utilização desta forrageira.

50 O princípio da ensilagem consiste na transformação de carboidratos solúveis em ácido lático  
51 durante a fermentação pelas bactérias lácticas em ambiente de anaerobiose. No entanto, a cana-de-  
52 açúcar tem uma característica diferente de outras gramíneas comumente utilizadas na confecção de  
53 silagens como o sorgo e o milho, pois as características químicas dos seus carboidratos solúveis  
54 favorecem a fermentação alcoólica realizada por leveduras no interior do silo durante o período de  
55 armazenamento, o que acarreta em perdas de MS e diminuição do valor nutritivo do material ensilado  
56 (Bernardes et al. 2007). A presença da sacarose, principal carboidrato encontrado na cana-de-açúcar,  
57 favorece o desenvolvimento da população de leveduras durante a fermentação, que convertem  
58 açúcares a etanol e CO<sub>2</sub>. O etanol produzido diminui a quantidade de açúcar disponível para as  
59 bactérias lácticas e, assim, em condições aeróbias, muitas espécies de levedura degradam o ácido lático,  
60 causando aumento do pH da silagem (McDonald et al., 1991).

61 Aditivos biológicos têm sido estudados para controlar o desenvolvimento de leveduras, as  
62 bactérias heteroláticas vem ganhando destaque, por ser produtoras de ácidos acético e propiônico,  
63 além do ácido lático, que possuem capacidade de redução da atividade de leveduras e de fungos  
64 durante a fase de utilização da silagem. A espécie *Lactobacillus buchneri* tem mostrado resultados  
65 promissores em silagens de cana-de-açúcar, por inibir o crescimento de leveduras e no  
66 aumento da estabilidade aeróbia (Pedroso et al., 2007), mas resultados controversos são  
67 encontrados na literatura. Outro grupo de microrganismos que vêm sendo estudado é o gênero



102 fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA), segundo metodologia de Van  
103 Soest et al. (1963) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) conforme Licitra et al. (1996).

104 A degradabilidade da matéria seca (DMS) foi estimada pela técnica “*in situ*”, utilizando-se um  
105 ovino mestiço com peso vivo de 60 kg. Este procedimento foi sugerido por Tomich e Sampaio (2004).  
106 Foi colocado 4g da amostra moída em sacos de náilon medindo 12x8cm com poros de 50 µm de  
107 diâmetro (NOCEK, 1988). Para o ensaio de degradabilidade foi utilizado o delineamento experimental  
108 inteiramente casualizado com arranjo fatorial 4x2 (quatro tempos de incubação e dois tratamentos). Os  
109 tempos de incubação utilizados foram 6, 24, 72 e 96 horas.

110 Para determinação do desaparecimento do material no tempo zero os sacos foram mantidos em  
111 banho-maria por 1 hora em temperatura igual a 39°C. Após esse tempo, os sacos foram retirados do  
112 banho-maria e foram lavados juntamente com os sacos da incubação ruminal e foram mantidos em  
113 estufa de circulação forçada de ar, a 55°C, por 48 horas.

114 A percentagem de desaparecimento de matéria seca (DMS) para cada tempo foi calculada pela  
115 proporção de alimento que desapareceu nos sacos após a incubação no rúmen. Para avaliação dos  
116 parâmetros de DMS foi utilizado o modelo conforme Orskov e McDonald (1979) adaptado por  
117 Sampaio (1988):

$$118 \text{ Deg} = A - B^{*(-ct)}$$

119 A - corresponde a degradação potencial do material incubado quando o tempo não é um fator  
120 limitante;

121 B - parâmetro sem valor biológico, ou seja, se não houvesse tempo de colonização, ele corresponderia  
122 ao total a ser degradado pela ação microbiana;

123 c - taxa de degradação por ação fermentativa de B;

124 t = tempo de incubação no rúmen, em horas.

125 Uma vez calculados os coeficientes A, B e c, esses foram aplicados à equação proposta por  
126 Ørskov e McDonald (1979) para o cálculo da degradabilidade efetiva:

$$127 \text{ DE} = a' + (b' * C) / (C+k)$$

128 a' = % desaparecimento no tempo zero (Média); b' = A-a';

129 C= taxa constante de degradação;

130 K = taxa de passagem do alimento, assumiu-se uma taxa de passagem da digesta para o duodeno de 2,  
131 5 e 8% por hora.

132

133

134

135

136

137 Tabela 1- Composição química da cana-de-açúcar antes da ensilagem

Parâmetro	% MS
Matéria seca (% da MN)	26,72
Proteína bruta (PB)	2,13
Fibra detergente neutro (FDN)	65,11
Hemicelulose (HEM)	29,17
Fibra em detergente ácido (FDA)	35,94
Lignina (LIG)	20,28

138

139

140

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

141

### - pH

143

144

145

146

147

148

149

Não houve efeito de interação entre os inoculantes testados e períodos de fermentação ( $P > 0,05$ ). Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para os valores de pH para os períodos de fermentação (Tabela 2). Menores valores foram verificados no período de 90 dias de fermentação para todos os tratamentos, apresentando média de 3,29. De acordo com Castro Neto et al. (2008), baixos valores de pH em silagens de cana-de-açúcar sem aditivos ou tratadas com inoculantes são decorrentes das BAL epífitas presentes no material no momento da ensilagem, sendo capazes de se desenvolver e fermentar carboidratos solúveis da planta, provocando a queda do pH.

150

151

Tabela 2- Valores médios de pH da silagem de cana-de-açúcar com diferentes inoculantes bacterianos e períodos de fermentação.

Inoculante	pH			Média	P-valor PF <sup>3</sup>	P-valor I <sup>4</sup>	PF x I
	Períodos de fermentação						
	10	60	90				
Controle	3,56	3,55	3,27	3,46A			
Buch <sup>1</sup>	3,45	3,51	3,33	3,43A	<0,0001	0,2963	0,0523
Prop <sup>2</sup>	3,48	3,54	3,27	3,43A			
Média	3,50a	3,53a	3,29b				
CV (%)				1,55			

152

153

154

155

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de SNK a  $P < 0,05$ . <sup>1</sup> *Lactobacillus buchneri*; <sup>2</sup> *Propionibacterium acidipropionici*, <sup>3</sup> Períodos de fermentação, <sup>4</sup> Inoculante

156 Valeriano et al. (2009) observaram valor de 3,53 para o pH em silagens de cana-de-açúcar  
 157 inoculadas com *Lactobacillus buchneri* pós 90 dias de fermentação, esse valor de pH dos referidos  
 158 autores e os observados nessa pesquisa são característicos de fermentação alcoólica. De acordo com  
 159 Pahlow et al. (2003) as bactérias do gênero *Propionibacterium* são eficientes no controle de  
 160 leveduras desde que o pH da silagem seja superior a 4,5. Como os valores de pH foram inferiores a 4,  
 161 provavelmente os inoculantes não foram capazes de controlar o desenvolvimento de leveduras.

162

### 163 - *Matéria Seca e Proteína Bruta*

164 Observou-se efeito de interação (P<0,05) para o teor de MS em função dos períodos de  
 165 fermentação e das doses dos aditivos (Tabela 3). As silagens sem aditivo microbiano (tratamento  
 166 controle) apresentaram maior teor de MS em comparação aos inoculantes testados. No entanto,  
 167 observou-se que para o tratamento controle, ocorreu redução no teor de matéria seca para o período de  
 168 fermentação de 90 dias. Essa redução no teor de MS aos 90 dias pode ser atribuída provavelmente às  
 169 perdas de carboidratos solúveis durante o processo de fermentação (Fortaleza et al., 2012).

170

171 Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de silagem de cana-de-açúcar  
 172 com diferentes inoculantes bacterianos e períodos de fermentação.

Matéria seca (MS)							
Inoculante	Períodos de fermentação			Média	P-valor PF <sup>3</sup>	P-valor I <sup>4</sup>	PF x I
	10	60	90				
Controle	28,06Aa	28,33Aa	25,03Ab	27,14	0,0061	0,0001	0,0005
Buch <sup>1</sup>	25,79Ba	25,55Ba	23,47Ba	24,84			
Prob <sup>2</sup>	25,69Ba	23,75Ba	26,18ABa	25,21			
Média	26,51	25,77	24,9				
CV (%)				4,38			
Proteína Bruta (PB)							
Controle	2,32	2,11	2,70	2,38A	0,0682	0,3521	0,076
Buch	2,50	2,17	2,20	2,29A			
Prob	2,23	2,20	2,28	2,23A			
Média	2,35a	2,16a	2,39a				
CV (%)				9,72			

173 Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si  
 174 pelo teste de SNK a P<0,05. <sup>1</sup> *Lactobacillus buchneri*; <sup>2</sup> *Propionibacterium acidipropionici*, <sup>3</sup>  
 175 Períodos de fermentação, <sup>4</sup>Inoculante.

176

177 Os menores teores de MS dos tratamentos contendo os inoculantes em relação ao tratamento  
178 controle, podem ser atribuídos pela atividade de água, pois houve adição de água na diluição dos  
179 inoculantes. O teor médio de MS para as silagens contendo *L. buchneri* (24,84%) foi próximo ao valor  
180 de 23,35 % de MS observado por Balieiro et al. (2009). Siqueira et al. (2011) também encontraram  
181 valores de 24,8 e 25,9% de MS para silagem contendo *L. buchneri* e para o tratamento controle,  
182 respectivamente, os quais estão próximos aos valores encontrados nesse estudo.

183 Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) para os teores de PB entre o tratamento controle e  
184 os aditivados com inoculantes. O teor de proteína bruta das silagens aditivadas com inoculantes foi  
185 baixo e similar ao valor de PB verificado na cana-de-açúcar antes da ensilagem (2,13%). Essa  
186 constância no teor de PB também foi verificada por Cardoso et al. (2013) que ao avaliar a composição  
187 química de silagem de cana-de-açúcar com inoculantes bacterianos (*Lactobacillus buchneri*;  
188 *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Propionibacterium acidipropionici* e  
189 *Lactobacillus plantarum*) não encontraram diferença significativa entre inoculantes e tratamento  
190 controle.

#### 191 - Componentes fibrosos

192 Entre os componentes estruturais avaliados (Tabela 4), somente a fração FDN diferiu entre os  
193 tratamentos, enquanto que para as frações de FDA e HEM não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ).  
194 As silagens com *Propionibacterium acidipropionici* apresentaram menor teor de FDN aos 10 dias de  
195 fermentação, diferindo dos demais tratamentos, no entanto provavelmente a dose aplicada não foi  
196 suficiente para impedir a fermentação alcoólica em períodos longos, pois o teor de FDN aumentou no  
197 decorrer de intervalos mais prolongados de fermentação. Siqueira et al. (2011) avaliaram a silagem de  
198 cana-de-açúcar *in natura* (sem despalha) e queimada com óxido de cálcio (CaO) e/ou *L. buchneri*,  
199 estes autores verificaram teor de FDN com média de 75,9 % para as silagens de cana-de-açúcar *in*  
200 *natura* com *L. buchneri* aos 60 dias de fermentação, sendo superiores aos teores do material antes da  
201 ensilagem, os autores afirmam que a fermentação realizada por leveduras em ambiente anaeróbico irão  
202 produzir etanol, gás carbônico, água e ATP, gerando perdas de MS e conseqüentemente, aumentos  
203 proporcionais das frações fibrosas.

204 Os teores de HEM e FDA aumentaram no tratamento com *L. buchneri* em 8,09% e 17,43% de  
205 HEM e FDA, respectivamente, comparando-se com o material antes da ensilagem (Tabela 1). Esse  
206 mesmo comportamento foi observado por Mendes et al. (2008), em silagens contendo o inoculante  
207 microbiano *Lactobacillus buchneri* apresentaram 46,3 % de FDA e 23,1% de HEM, enquanto que o  
208 material *in natura* continha 28,9 e 21,0% de FDA e HEM, respectivamente. Os autores justificam que  
209 essa maior concentração dos componentes da fibra na MS das silagens é ocasionada pelas perdas de  
210 carboidratos solúveis durante a fermentação alcoólica, proporcionando aumento dos níveis de  
211 constituintes da parede celular.

212

213 Tabela 4 – Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose (HEM), fibra em  
 214 detergente ácido (FDA) de silagem de cana-de-açúcar com diferentes inoculantes  
 215 bacterianos e períodos de fermentação.

Fibra em detergente neutro (FDN)							
Inoculante	Períodos de fermentação			Média	P-valor PF <sup>3</sup>	P-valor I <sup>4</sup>	PF x I
	10	60	90				
Controle	74,05Aa	75,67Aa	76,7Aa	75,47	<0,0001	0,0263	0,01
Buch <sup>1</sup>	73,6Aa	75,91Aa	76,32Aa	75,28			
Prob <sup>2</sup>	69,8Bb	76,22Aa	75,99Aa	74,00			
Média	72,48	75,93	76,34				
CV (%)				1,80			
Hemicelulose							
Controle	31,74	31,74	30,00	31,16A	0,2195	0,0588	0,2184
Buch	27,45	32,13	34,15	31,74A			
Prob	28,95	30,53	28,63	28,87A			
Média	29,38a	31,47a	30,93a				
CV (%)				9,70			
Fibra em detergente ácido (FDA)							
Controle	42,32	43,93	46,69	44,31A	0,2709	0,5256	0,2219
Buch	44,65	43,78	42,17	43,53A			
Prob	42,35	45,70	47,36	45,14A			
Média	43,11a	44,47a	45,41a				
CV (%)				7,72			
Lignina							
Controle	16,18	20,94	21,32	19,48A	0,0026	0,4805	0,5716
Buch	17,71	18,82	24,03	20,19A			
Prob	18,19	22,57	22,66	22,67A			
Média	17,36b	20,78a	22,57a				
CV (%)				16,47			

216 Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si  
 217 pelo teste de SNK a P<0,05. <sup>1</sup> *Lactobacillus buchneri*; <sup>2</sup> *Propionibacterium acidipropionici*, <sup>3</sup>  
 218 Períodos de fermentação, <sup>4</sup> Inoculante

219 Em relação aos períodos de fermentação, não foi observado diferença significativa ( $P>0,05$ )  
220 para HEM e FDA, esse mesmo resultado foi verificado por Valeirano et al. (2009), que avaliaram o  
221 efeito da adição de *Lactobacillus* sp. na ensilagem de cana-de-açúcar e também não encontraram  
222 diferença significativa nos teores de FDA e HEM, sendo semelhantes em todas as silagens, apenas a  
223 fração de FDN apresentou diferença significativa.

224 O teor de lignina não sofreu influência dos inoculantes ( $P>0,05$ ), no entanto, ao observar entre  
225 períodos, para o período de 10 dias de fermentação houve um menor teor de lignina. Os altos teores de  
226 lignina observados neste trabalho foram decorrentes do acúmulo de material morto que a cana-de-  
227 açúcar apresentava no momento da ensilagem, sendo que não foi realizado o despalhamento. Amaral  
228 et al. (2009) ao trabalharem com silagem de cana-de-açúcar colhida aos 12 meses de crescimento  
229 vegetativo, verificaram teor de lignina de 4,8%. Siqueira et al. (2011) avaliaram a silagem de cana-de-  
230 açúcar *in natura* e queimada e observaram uma redução de 28% no teor de lignina para a cana  
231 queimada antes da ensilagem, pois, devido à eliminação da palha, que é uma fração com altas  
232 concentrações de FDN, FDA e lignina, pode elevar proporcionalmente a concentração de carboidratos  
233 não-fibrosos.

234

#### 235 - *Degradação ruminal*

236 Os dados de degradação estão representados na Tabela 5. Aos 10 dias de fermentação as  
237 silagens inoculadas com as bactérias *Propionibacterium acidipropionici* apresentaram maior fração  
238 solúvel em água, com 27,50%, sendo 34,18 e 35,65% superior ao tratamento controle e ao tratamento  
239 com *L. buchneri*, respectivamente. A fração “a” da matéria seca representa a porção do alimento que  
240 está prontamente disponível para os microrganismos ruminais (Bezerra et al., 2015), e permitem o  
241 acesso das enzimas microbianas ruminais à parede celular, o que resulta na redução da fração  
242 insolúvel e aumento da digestibilidade (Rocha et al., 2015).

243 Apesar do tratamento controle ter apresentado valor superior da fração *b* no período de 10  
244 dias, as silagens com *P. acidipropionici* tiveram maior degradação potencial e conseqüentemente  
245 maior degradabilidade efetiva em todas as taxas de passagens. A maior porcentagem de degradação  
246 ruminal das silagens com *P. acidipropionici*, são decorrentes da menor quantidade de FDN aos 10 dias  
247 de fermentação, como pode ser observado na Tabela 4.

248

249

250

251



252 Tabela 5- Parâmetros da degradação ruminal (a, b e c), degradabilidade potencial (A) e degradação  
 253 efetiva (DE) da matéria seca nas taxas de passagem 2, 5 e 8%/hora de silagem de cana-de-  
 254 açúcar com diferentes inoculantes bacterianos e períodos de fermentação.

Dias de fermentação	Aditivo	a (%)	b(%)	c(%/h)	A	R <sup>2</sup>	Degradação efetiva (%)		
							2 %/h	5 %/h	8 %/h
10	Controle	18,10	67,50	0,50	85,60	96,18	31,69	24,28	22,10
	Buch <sup>1</sup>	17,70	38,84	1,58	56,54	80,59	34,84	27,03	24,11
	Prob <sup>2</sup>	27,50	63,58	0,52	91,08	98,61	40,56	33,46	31,36
60	Controle	15,60	32,58	2,79	48,18	96,84	34,58	27,27	24,02
	Buch	15,60	30,11	2,77	45,71	95,24	33,09	26,33	23,34
	Prob	15,20	27,61	3,16	42,81	79,04	32,11	25,89	23,02
90	Controle	16,20	62,28	0,69	78,48	99,57	32,18	23,75	21,15
	Buch	21,33	40,86	1,36	62,19	97,14	37,87	30,07	27,27
	Prob	14,80	46,65	0,96	61,45	99,31	29,89	22,29	19,78

255 a = fração solúvel em água; b = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável; c = taxa de  
 256 degradação da fração b; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação, A = degradação potencial <sup>1</sup> *Lactobacillus*  
 257 *buchneri*; <sup>2</sup>*Propionibacterium acidipropionici*

258 Aos 60 dias de fermentação não houve variação na fração solúvel entre os tratamentos, no  
 259 entanto, a silagem controle obteve maior fração b, maior degradação potencial e maior degradabilidade  
 260 efetiva para todas as taxas de passagens. As porcentagens de fração solúvel e insolúvel das silagens  
 261 com *L. buchneri* foram inferiores aos encontrados por Rocha et al. (2015) que ao avaliarem silagem de  
 262 cana-de-açúcar com *Lactobacillus buchneri* aos 60 dias de fermentação, verificaram que as silagens  
 263 apresentaram 17,73% da fração a e 57,43% de degradação potencial, os maiores valores para esse  
 264 parâmetro encontrados por esses autores, podem estar relacionados ao menor teor de FDA das silagens  
 265 (36,48%).

266 Aos 90 dias de fermentação, as silagens com *L. buchneri* apresentaram maior fração a, taxa de  
 267 degradação, e DE em todas as taxas de passagens, enquanto que o tratamento controle obteve maior  
 268 valor de b. Filya et al. (2003) trabalharam com silagens de milho, trigo e sorgo aditivadas com  
 269 bactérias *L. buchneri* e bactérias homofermentativas e não observaram diferença significativa nos  
 270 valores de degradabilidade da MS entre as silagens inoculadas.

271 Os baixos valores de degradação das silagens estão relacionados com o alto teor de lignina que  
 272 as silagens apresentaram nos períodos 60 e 90 dias, levando em consideração que a lignina tem relação  
 273 negativa com a degradação ruminal. De acordo com Jung & Deetz (1993), a lignificação da parede  
 274 celular pode limitar a digestão dos polissacarídeos por meio do impedimento físico causado pela

275 ligação ligninopolissacarídeo, que limita o acesso das enzimas fibrolíticas ao centro de reação de um  
276 carboidrato específico.

## 277 **CONCLUSÃO**

278 Os inoculantes foram eficientes em manter os teores de MS das silagens, no entanto, não  
279 alteraram a degradação.  
280

## 281 **AGRADECIMENTOS**

282 Ao grupo FOPAMA pelo apoio no desenvolvimento desse trabalho  
283

## 284 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 285  
286 Bernardes, T.F., R.A. Reis, G.R. Siqueira, T.T. Berchielli, E R.M. Coan. 2007. Avaliação da queima e  
287 da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar. Revista  
288 Brasileira de Zootecnia, 36: 269-275.
- 289 Balieiro Neto, G., E. Ferrari Junior, J. R. Nogueira, R. Possenti, P. V. Tadeu. 2009. Perdas  
290 fermentativas, composição química, estabilidade aeróbia e digestibilidade aparente de silagem de  
291 cana-de açúcar com aditivos químico e microbiano. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília,  
292 v.44, n.6, p.621-630.
- 293 Bezerra, H. F. C., E. M. Santos, J. S. Oliveira., G. G. P. Carvalho., M. R. Cassuce., A. F. Perazzo, D.  
294 S. S. Freitas., V. S. Santos. 2015. Degradabilidade ruminal in situ de silagens de capim-elefante  
295 aditivadas com farelo de milho e inoculante da microbiota autóctone. Revista Brasileira de Saúde e  
296 Produção Animal, Salvador, v.16, n.2, p.265-277.
- 297 Castro Neto, A.G., L.R. Molina., L.C. Gonçalves., C.G. Jayme. 2008. Parâmetros de fermentação de  
298 silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos. Arquivo Brasileiro de Medicina  
299 Veterinária e Zootecnia, v.60, n.5, p.1150-1156.
- 300 Cardoso, L. L., 2013. Silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivos químicos e microbianos:  
301 composição química e desempenho de vacas em lactação (Dissertação). Viçosa, MG.
- 302 .Fortaleza, A. P. S., L. D. F. Silva., E. Zackm., R. P. Barbero., E. L. A. Ribeiro., M. Pegoraro., L. E.  
303 Santos., I. Y. Mizubuti. 2012 Composição química e degradabilidade ruminal de silagens da  
304 canade-açúcar tratada com aditivos químicos e bacteriano. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.  
305 33, suplemento 2, p. 3341-3352.
- 306 Filya, I. 2003. The effect of *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid  
307 bacteria, on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of wheat, sorghum and  
308 maize silages. Journal of Applied Microbiology. v. 95, p.1080–1086.

- 309 Jung, H.G., D.A. Deetz. 1993. Cell wall lignification and degradability. In: H.G. Jung., D.R. Buxton.,  
310 R.D. Hatfield. et al. (Ed) Forage cell wall structure and digestibility. Madison : American Society  
311 of Agronomy, Crop Sci. Society of America, Soil Sci. Society of America, p.315-346.
- 312 Kung Jr., L., N. K. Ranjit. 2001. The effects of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the  
313 fermentation and stability of barley silage. Journal Dairy Science, Champaign, v.84, n. 5, p. 1149-  
314 1115.
- 315 Maranhão. Governo do Estado. 2002. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico.  
316 Universidade Estadual do Maranhão. Atlas do Maranhão. São Luís, Geplan, 39p.
- 317 Mendes, C. Q., I. Susin, L. G. Nussio., L. V. Pires., G. H. Rodrigues., F. S. Urano. 2008. Efeito do  
318 *Lactobacillus buchneri* na fermentação, estabilidade aeróbia e no valor nutritivo de silagem de  
319 cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.12, p.2191-2198.
- 320 McDonald, P., A.R. Henderson., S.J. Heron. 1991. Biochemistry of silage. 2.ed. Marlow: Chalcombe.  
321 340p.
- 322 Nocek, J.E. 1988. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy  
323 digestibility: a review. Journal of Dairy Science, v.71, n.8, p.2051-2069.
- 324 Orskov, E. R., and I. McDONALD. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from  
325 incubation measurements weighed according to rate of passage. Journal Agricultural Science, v. 92,  
326 p. 499 – 503.
- 327 Rocha, W. J., V. R. Rocha Júnior., S. T. Reis., M. N. N. Palma., L. M. Oliveira. 2015. Cinética de  
328 fermentação ruminal da matéria seca e dos carboidratos de silagens de cana-de-açúcar com  
329 aditivos. Revista Caatinga, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 228 – 238.
- 330 Schmidt, P., P. Rossi Junior., D. Junges., L. T. Dias., R. Almeida., L. J. Mari. 2011, Novos  
331 aditivos microbianos na ensilagem da cana-de-açúcar: composição bromatológica, perdas  
332 fermentativas, componentes voláteis e estabilidade aeróbia. Revista Brasileira de  
333 Zootecnia, v.40, n.3, p.543-549.
- 334 Silva, D. J., and A. C. Queiroz. 2002. Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos). 3.ed.,  
335 Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 235 p.
- 336 Sampaio, I. B. M. 1988. Experimental designs and modeling techniques in the study of roughage  
337 degradation in rumen and growth of ruminants. Reading: University of Reading, 1988. 214p. Tese  
338 (Doutorado) - University of Reading.
- 339 Siqueira, G. R., R. A. Reis., R. P. Schocken-Iturrino., A. P. T. P. Roth., M. T. P. Roth., F. D. Resende.  
340 2011. Perfil fermentativo de silagens de cana-de-açúcar *in natura* ou queimada e tratadas ou não  
341 com *Lactobacillus buchneri*. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, n.8, p.1651-1661.

- 342 Tomich, T.R., I.B.M. Sampaio. 2004. A new strategy for the determination of forage degradability  
343 with an in situ technique through the use of one fistulated ruminant. *J. Agric. Sci.*, v.142, p.589-  
344 593.
- 345 Valeriano, A. R., J. C. Pinto., C. L. S. Ávila., A. R. Evangelista., V. B. Tavares., R. F. Schwan. 2009.  
346 Efeito da adição de *Lactobacillus* sp. na ensilagem de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de*  
347 *Zootecnia*, v.38, n.6, p.1009-1017.
- 348 Zopollatto, M., J. L. P. Daniel, L. G. Nussio. 2009. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil:  
349 revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. *Revista Brasileira de Zootecnia*,  
350 Viçosa, v.38, Suplemento Especial, p.170-189.