

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**QUALIDADE DE SILAGENS DE SORGO COM UREIA E INOCULANTE  
MICROBIANO E USO EM DIETAS PARA OVINOS**

**ANA CAROLINE PINHO DOS SANTOS**

**SALVADOR- BAHIA**

**MARÇO- 2018**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**QUALIDADE DE SILAGENS DE SORGO COM UREIA E INOCULANTE  
MICROBIANO E USO EM DIETAS PARA OVINOS**

**ANA CAROLINE PINHO DOS SANTOS**

**ZOOTECNISTA**

**SALVADOR- BAHIA**

**MARÇO- 2018**

**ANA CAROLINE PINHO DOS SANTOS**

**QUALIDADE DE SILAGENS DE SORGO COM UREIA E INOCULANTE  
MICROBIANO E USO EM DIETAS PARA OVINOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: **Produção  
Animal**

**Orientador:** Prof. Dr. Edson Mauro Santos

**Co-orientador:** Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

**Co-orientador:** Dr. Alexandre Fernandes Perazzo

**SALVADOR- BAHIA**

**MARÇO- 2018**

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

ANA CAROLINE PINHO DOS SANTOS - filha de Fernando dos Santos e Maria Edina Pinho dos Santos, nasceu em Aracaju, no dia 25 de setembro de 1989. Em 2007 ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Sergipe, no qual participou de projetos de iniciação científica na área de forragicultura e produção de ruminantes. Em 2011 obteve o título de Zootecnista e em 2012 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Sergipe, na área de Produção de Ruminantes, defendendo a dissertação em 2014. Em agosto de 2014 iniciou o curso de Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, na área de **Forragicultura e Produção de Ruminantes**, concentrando seus estudos na área de qualidade do processo de conservação de forragens e produção de ruminantes.

Dedico esse trabalho a minha família, em especial aos meus pais, minhas irmãs e meu noivo por tanta paciência, carinho, apoio e amor. Meu muito Obrigada!

*“A beleza de um jardim não depende do tamanho das flores, mas da variedade de seu colorido. Assim, a felicidade não depende de grandes alegrias, mas da variedade de muitos e pequenos momentos felizes que colhemos ao longo da vida.”*

*Padre Fábio de Melo*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu porto seguro, por estar sempre ao meu lado, me guiando, me mostrando o caminho a seguir e por ter me concebido uma família que tanto me ama e amigos que tanto me ajudam.

A minha família, meus pais, Fernando e Edina, por serem minha base, meu espelho, por todo amor a mim depositado, por todo apoio e por acreditar em mim. As minhas irmãs Fernanda e Isadora por me ajudarem sempre, por todo apoio e incentivo. Aos meus cunhados por todo apoio e momentos de descontração. Amo vocês! A meus avós, tios, primos por sempre me apoiarem e por todo amor, sou muito feliz por fazer parte dessa família!

Ao meu noivo Kleber, por toda paciência e amor, por dividir comigo os momentos bons, mas também aqueles momentos ruins, tristes, momentos que pensei em desistir. Obrigada por me esperar e sempre acreditar em mim. Te amo!

Aos meus amigos de sempre Anderson, Alex, Karol, Franci, Yasmin, Camila, Lorena, Xuxa, Tico, Filipe, Paulo, Victor, João por todas as distrações, todos momentos bons compartilhados. Obrigada pela amizade de cada um de vocês!

Aos meus amigos da Zootecnia de Sergipe, da graduação pra vida, Jorge, Marise, Roberta, Vinicius, Iuri, Rangel, Karen, Izinha, Paulinha, Irla, Adelson, Camila, foi a melhor turma da Zoo, melhor graduação! Adorei conhecer vocês!

Ao meu orientador Edson Mauro por todo ensinamento passado, pela confiança a mim depositada para tocar o experimento, por todas as dúvidas tiradas. Obrigada professor por toda sua disposição. Ao meu co-orientador Gleidson Giordano, também por todo ensinamento passado, por estar sempre presente, por todas as dúvidas tiradas. Meu muito obrigada!

Ao professor Ossival, a professora Stefanie, ao professor Thadeu, ao professor Douglas e aos professores da UFBA por toda ajuda, pelas aulas, pelas dúvidas tiradas, pelo auxílio na estatística, enfim por toda colaboração que me foi passada nesse doutorado.

Ao meu estagiário Moisés, que foi de fundamental importância na fazenda, que me ajudou do começo ao fim do experimento, por toda ajuda. Obrigada! Sem você não conseguiria concluir com êxito. A Gil (Paraíba), por ter dividido comigo o experimento, por toda ajuda, por todo trabalho e também pela companhia, você se tornou uma ótima

amiga, por ter me acolhido em sua na Paraíba e por ter ajudado também no segundo experimento.

A todos os estagiários do grupo GG que me auxiliaram nos experimentos, durante as coletas e nas análises d laboratório, sem vocês não seria possível concluir meu experimento, em especial a Raissa, Kárita, Robério, Wilobaldo, Vivi, Nana, Tamires, Jorge, Ana Paula, Renan, Dudu. Obrigada, sou muito grata a vocês!

Aos meus amigos de pós-graduação, que tocaram experimento junto comigo, Antonio e Jô, a Simone e Grégori que vieram de São Paulo e me auxiliaram, a Dalysson, Perazzo, Thomaz, Poliane, Camila, Iuran, Emelinne, Fabiano, por toda ajuda na confecção das silagens. Não poderia de agradecer também aos funcionários da Fazenda da UFBA, por toda ajuda na confecção das 9 silagens, sem eles não teria nem começado meu experimento, a Seu Flor, Fernando, Seu Cheiro, Seu Zé, Seu Geovane, as meninas da cozinha Dona Joana, Isaura e Luciana.

Aos meus amigos que conheci na UFBA por todos os estudos, pelas ajudas nas análises, pelos momentos compartilhados, pelas saídas, descontrações, em especial a Nivaldo, Maria, Camila, Bruna, Bárbara, Layse, Jocasta, Will, Henry, Antônio, Nikyta, Marina, Polyana, Jô, Paulinha, Vinicius, Lucas, Tamara, Luís (meu brother), Adin, Luana, Franklin, Jeff, Charle, adorei conhecer vocês.

Aos amigos de graduação que também fiz na UFBA, Leo, Tarcisio, Neto, Thani, obrigada por tudo. Aos amigos extra UFBA, Ana (namorada de Nivaldo).

Aos estagiários do GEF, grupo de forragem da Paraíba, que me auxiliaram na abertura dos minisilos e análises, em especial a Alberto, Priscila, Joyce, Yohana, Danilo, Gil, Ana Paula, a piauiense por toda ajuda.

A técnica do Lana, Arinalva por toda ajuda nas soluções, ao porteiro seu Ricardo por todas as vezes que abriu os portões no feriado. Obrigada!

À Universidade Federal da Bahia, por ter possibilitado a realização dessa conquista, por permitir conhecer grandes professores e amigos.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos, que sem ela não conseguiria concluir o doutorado.

Enfim gostaria de agradecer a todos que torceram e torcem por mim, pelas orações, pelos pensamentos positivos e por todo apoio.

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

#### Populações microbianas, perfil fermentativo e composição química de silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri*

		Páginas
<b>Tabela 1.</b>	Composição química do sorgo Volumax ( <i>Sorghum bicolor</i> AGX-213) <i>in natura</i>	55
<b>Tabela 2.</b>	Composição química das silagens de sorgo aditivadas com ureia e inoculante microbiano nos tempos de abertura de 15, 30, 60 e 110 dias	59
<b>Tabela 3.</b>	Perfil fermentativo das silagens de sorgo aditivadas com ureia e inoculante microbiano nos tempos de abertura 15, 30, 60 e 110 dias	63
<b>Tabela 4.</b>	Ácidos orgânicos das silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano nos tempos de abertura 15, 30, 60 e 110 dias	66
<b>Tabela 5.</b>	Populações microbianas em silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano nos tempos de abertura de 15, 30, 60 e 110	69
<b>Tabela 6.</b>	Perdas por gases (PPG), perdas por efluentes (PPE) e recuperação de matéria seca (RMS) das silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano, nos tempos de abertura 110 dias	70

### Capítulo II

#### Alterações químicas, microbiológicas e estabilidade aeróbia de silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri* expostas ao ar até 96 horas

		Páginas
<b>Tabela 1.</b>	Composição química do sorgo Volumax ( <i>Sorghum bicolor</i> AGX-213) <i>in natura</i>	83
<b>Tabela 2.</b>	Composição química das silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano abertas com 110 dias e expostas ao ar por 0, 48 e 96 horas	87
<b>Tabela 3.</b>	Perfil fermentativo das silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano abertas com 110 dias e expostas ao ar por 0, 48 e 96 horas	90
<b>Tabela 4.</b>	Ácidos orgânicos das silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano abertas com 110 dias e expostas ao ar por 0, 48 e 96 horas	92
<b>Tabela 5.</b>	Populações microbianas em silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano abertos com 110 dias e expostos ao ar por 0, 48 e 96 horas	94

<b>Tabela 6.</b>	Valores médios de temperatura máxima interna dos mini-silos (°C), amplitude térmica e estabilidade aeróbia (horas) das silagens expostas ao ar por 96 horas	95
------------------	---	----

### Capítulo III

#### Parâmetros produtivo, metabólicos e características de carcaça de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri*

		Páginas
<b>Tabela 1.</b>	Composição química do milho moído (M), farelo de soja (FS), silagem de sorgo (SS), silagem de sorgo com inoculante (SSI), silagem de sorgo com ureia (SSU) e silagem de sorgo com ureia e inoculante (SSUI)	110
<b>Tabela 2.</b>	Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	111
<b>Tabela 3.</b>	Perdas no campo da silagem de sorgo aditivadas com ureia e inoculante	117
<b>Tabela 4.</b>	Consumo de nutrientes dos cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano	118
<b>Tabela 5.</b>	Coefficiente de digestibilidade dos nutrientes dos cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano	119
<b>Tabela 6.</b>	Desempenho em cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e inoculante microbiano	119
<b>Tabela 7.</b>	Níveis séricos de ureia, proteínas totais e atividades enzimáticas da gama-glutamyltransferase (GGT) e aspartato-aminotransferase (AST) em cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano	120
<b>Tabela 8.</b>	Balanço de nitrogênio, produção microbiana e eficiência microbiana de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano	121
<b>Tabela 9.</b>	Morfometria da carcaça de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano	122
<b>Tabela 10.</b>	Pesos e rendimentos de carcaça de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano	123
<b>Tabela 11.</b>	Rendimentos dos cortes (%) de carcaça de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano	123
<b>Tabela 12.</b>	Parâmetros de qualidade de carne de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano	124
<b>Tabela 13.</b>	Composição química da carne de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano	124

## Capítulo IV

### Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri*

	<b>Páginas</b>
<b>Tabela 1.</b> Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais	141
<b>Tabela 2.</b> Composição química do milho moído (M), farelo de soja (FS), silagem de sorgo (SS), silagem de sorgo com inoculante (SSI), silagem de sorgo com ureia (SSU) e silagem de sorgo com ureia e inoculante (SSUI)	142
<b>Tabela 3.</b> Consumos de matéria seca (CMS) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN <sub>cp</sub> ), atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio em cordeiros submetidos a dietas com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano	146
<b>Tabela 4.</b> Eficiências de alimentação e ruminação em cordeiros submetidos a dietas com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano	147
<b>Tabela 5.</b> Número e tempo médio despendido por período nas atividades de alimentação, ruminação e ócio e consumos de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN <sub>cp</sub> ) por período de alimentação em cordeiros submetidos a dietas com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano	148

## LISTA DE SIGLAS

ALT – Alanina-aminotransferase  
AOAC – Association Official Analytical Chemists  
AOL – Área de olho de lombo  
AST – Aspartato-aminotransferase  
CNF – Carboidratos não-fibrosos  
CCNF- Consumo de carboidratos não fibrosos  
CDCNF- Coeficiente de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos  
CDEE- Coeficiente de digestibilidade de extrato etéreo  
CDFDNcp- Coeficiente de digestibilidade de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína  
CDFDN(% PC)- Coeficiente de digestibilidade de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, em porcentagem de peso corporal  
CDMS- Coeficiente de digestibilidade de matéria seca  
CDMO- Coeficiente de digestibilidade de matéria orgânica  
CDPB- Coeficiente de digestibilidade de proteína bruta  
CEE- Consumo de extrato etéreo  
CEL- Celulose  
CFDNcp- Consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína  
CFDN (% PC)-Consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, porcentagem de peso corporal  
cm<sup>2</sup>- Centímetros quadrado  
CMO- Consumo de matéria orgânica  
CMS- Consumo de matéria seca  
CMS (% PC)- Consumo de matéria seca, porcentagem de peso corporal  
CPB- Consumo de proteína bruta  
EA – Eficiência alimentar  
EALMS – Eficiência da alimentação da matéria seca  
EALFDN – Eficiência da alimentação da fibra em detergente neutro  
EE – Extrato etéreo  
EGS- Espessura de gordura subcutânea  
Emg- Equivalente miligrama  
EPM - Erro padrão da média  
ERUMS- Eficiência da ruminação da matéria seca  
ERUFDN- Eficiência da ruminação da fibra em detergente neutro  
FDA – Fibra em detergente ácido  
FDN – Fibra em detergente neutro  
FDNi – Fibra em detergente neutro indigestível  
FS- Farelo de soja  
g – Gramas  
GGT – Gama-glutamyltransferase  
GMD – Ganho médio diário  
GPT – Ganho de peso total  
h – Horas  
HEM- Hemicelulose  
Kg – Quilograma  
Kgf- Quilograma por força  
L – Litro  
LIG- Lignina

M- Milho moído  
mg – Miligrama  
min – Minutos  
mL- Mililitro  
mm- Milímetro  
MM – Matéria mineral  
mmol – Milimol  
MO – Matéria orgânica  
MS – Matéria seca  
N – Nitrogênio  
NDT – Nutrientes digestíveis totais  
NMic – Nitrogênio microbiano  
NRC – Nutrient Research Council  
PB – Proteína bruta  
PCF – Peso de carcaça fria  
PCQ – Peso da carcaça quente  
PIDA – Proteína indigestível em detergente ácido  
PIDN – Proteína indigestível em detergente neutro  
PPC – Perdas por cocção  
PPR – Perda por resfriamento  
PVA- Peso vivo ao abate  
PVI- Peso vivo inicial  
PVF- Peso vivo final  
RCQ – Rendimento da carcaça quente  
RCF – Rendimento de carcaça fria  
SS- Silagem de sorgo sem aditivo  
SSI- Silagem de sorgo com inoculante  
SSU- Silagem de sorgo com ureia  
SSUI- Silagem de sorgo com ureia e inoculante  
TMT- Tempo de mastigação total  
TRU- Tempo de ruminação  
UFC- unidade formadora de colônia  
UI – Unidade internacional

## LISTA DE FIGURAS

		Páginas
<b>CAPÍTULO I</b>		
<b>Figura 1.</b>	Valores médios de interação entre os aditivos e os tempos de abertura. A- Matéria Seca; B- Proteína Bruta	61 62
<b>Figura 2.</b>	Valores médios de interação entre os aditivos e os tempos de abertura. A- Capacidade Tampão. B- Nitrogênio Amoniacal	64 65
<b>Figura 3.</b>	Valores médios de interação entre os aditivos e os tempos de abertura. A- Ácido Lático. B- Ácido Acético; C- Etanol	67 68
<b>CAPÍTULO II</b>		
<b>Figura 1.</b>	Valores médios de interação entre os aditivos e os tempos de exposição ao ar. A- Matéria Mineral; B- Extrato Etéreo. C- Proteína Bruta	88 89
<b>Figura 2.</b>	Valores médios de interação entre os aditivos e os tempos de exposição ao ar. A- pH. B- Capacidade Tampão. C- Nitrogênio Amoniacal. D- Carboidratos Solúveis	91 92
<b>Figura 3.</b>	Valores médios de interação entre os aditivos e os tempos de exposição ao ar. A- Ácido Lático. B- Ácido Acético. C- Etanol	93 94
<b>Figura 4.</b>	Estabilidade aeróbia das silagens de sorgo aditivadas com ureia e inoculante microbiano. A- Temperatura Superficial. B- Temperatura Interna e Temperatura Ambiente	96

## SUMÁRIO

<b>Qualidade de silagens de sorgo aditivadas com ureia e inoculante microbiano e uso em dietas para ovinos.</b>	<b>Páginas</b>
Introdução Geral.....	20
Revisão de Literatura.....	22
Referências Bibliográficas.....	38
Hipótese e Objetivos.....	45

### CAPÍTULO I

<b>Populações microbianas, perfil fermentativo e composição química de silagens de sorgo aditivadas com ureia e <i>Lactobacillus buchneri</i></b>	<b>Páginas</b>
Resumo.....	47
Abstract.....	49
Introdução .....	51
Material e Métodos.....	52
Resultados .....	56
Discussão .....	70
Conclusão .....	74
Referências Bibliográficas .....	75

### CAPÍTULO II

<b>Alterações químicas, microbiológicas e estabilidade aeróbia de silagens de sorgo aditivadas com ureia e <i>Lactobacillus buchneri</i> expostas ao ar até 96 horas</b>	<b>Páginas</b>
Resumo.....	78
Abstract .....	80
Introdução .....	82
Material e Métodos.....	83
Resultados .....	86
Discussão .....	97
Conclusão .....	100
Referências Bibliográficas .....	101

### **CAPÍTULO III**

#### **Parâmetros produtivo, metabólicos e características de carcaça de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri*** **Páginas**

Resumo.....	104
Abstract .....	106
Introdução .....	108
Material e Métodos.....	109
Resultados .....	117
Discussão .....	125
Conclusão .....	130
Referências Bibliográficas .....	131

### **CAPÍTULO IV**

#### **Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri*** **Páginas**

Resumo .....	135
Abstract .....	137
Introdução .....	139
Material e Métodos.....	139
Resultados .....	143
Discussão .....	147
Conclusão .....	150
Referências Bibliográficas .....	151
Considerações Finais .....	151

SANTOS, Ana Caroline Pinho, D. Sc., Universidade Federal da Bahia, março de 2018.  
**Qualidade de silagens de sorgo aditivadas com ureia e inoculante microbiano e uso em dietas para ovinos.** Orientador: Edson Mauro Santos

## RESUMO GERAL

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da ureia e *Lactobacillus buchneri* no valor nutritivo e na estabilidade aeróbia da silagem de sorgo avaliadas em diferentes tempos de abertura. Além disso, foi analisado o efeito do fornecimento de silagens de sorgo tratadas com ureia ou *Lactobacillus buchneri* sobre o desempenho animal, características de carcaça, qualidade da carne e o comportamento ingestivo de cordeiros. Foram utilizados quatro tratamentos constituídos por: SS- silagem de sorgo sem aditivo; SSI- silagem de sorgo aditivado com inoculante *Lactobacillus buchneri* ( $10^5$  UFC g/matéria natural); SSU- silagem de sorgo aditivado com ureia (1% na matéria seca (MS)); SSIU- silagem de sorgo com ureia e inoculante. Os silos foram abertos aos 15, 30, 60 e 110 dias, sendo que aos 110 dias os mini-silos foram expostos ao ar por até 96 horas. Os dados referentes à composição bromatológica e perfil fermentativo foram avaliados utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial  $4 \times 4$  (4 tipos de silagens: SS, SSI, SSU e SSUI) e 4 tempos de abertura: 15, 30, 60 e 110 dias) com três repetições, totalizando 48 unidades experimentais. Os dados referentes às perdas por gases, efluentes, e recuperação de matéria seca, foram avaliados através de DIC, com 4 tratamentos e 5 unidades experimentais. Os dados referentes a estabilidade aeróbia foram avaliados utilizando esquema fatorial  $4 \times 3$  (4 silagens e 3 tempos de exposição ao ar (0, 48 e 96 horas). Com relação aos parâmetros produtivos e comportamento ingestivo foi utilizado um DIC, com 4 tratamentos (SS, SSI, SSU e SSUI) com 10 repetições, analisados por meio de teste de Tukey a 5% de significância. Foram utilizados 40 ovinos Santa Inês machos, não castrados, com peso vivo médio inicial de  $23 \text{ kg} \pm 2,68$ . Houve aumento nos teores de matéria mineral para os aditivos e os tempos de abertura ( $P < 0,01$ ), ocorreu redução nos teores de carboidratos não fibrosos para os tempos de abertura ( $P < 0,01$ ), houve interação para os teores de matéria seca e proteína bruta ( $P < 0,05$ ). O extrato etéreo e a fibra em detergente neutro não foram influenciados pelos aditivos e os tempos de abertura ( $P > 0,05$ ). O pH foi maior na SSU e SSUI e apresentou efeito quadrático para tempos de abertura ( $P < 0,01$ ). Os valores de capacidade tampão e os teores de nitrogênio amoniacal apresentaram interação entre os aditivos e o tempo de exposição ao ar ( $P < 0,01$ ). Os teores de carboidratos solúveis reduziram entre os aditivos ( $P < 0,01$ ) e apresentaram efeito quadrático para os tempos de abertura ( $P < 0,01$ ). Houve redução para o ácido lático para a SSI e SSUI e aumento do ácido acético para essas silagens, com redução do etanol ( $P < 0,01$ ). Observou-se menor número das bactérias ácido lácticas para SSI e para a SSUI. Verificou-se menor contagem de mofos para a silagem de SSI, SSU e SSUI. O número de leveduras foi menor para a SSI e SSUI em comparação a SS. A SS e SSI apresentaram menores perdas por gases ( $P = 0,05$ ), não houve influência para as perdas por efluentes e recuperação de matéria seca das silagens ( $P > 0,05$ ). O consumo de matéria seca

(MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais foram maiores para os animais alimentados com a SS ( $P<0,05$ ), menor consumo de extrato etéreo foi observado para os animais que consumiram a SSI, menor consumo de fibra em detergente neutro foi verificado para os animais alimentados com SSUI. O coeficiente de digestibilidade do EE foi maior para os animais que consumiram a SSU e SSUI, o coeficiente de digestibilidade dos CNF foi maior para os animais alimentados com SS ( $P<0,05$ ). O peso vivo final, o ganho de peso total e o ganho médio diários dos animais alimentados com a SSU e SSUI foram superiores ( $P<0,05$ ) entre as silagens. Os níveis séricos de ureia foram maiores para os animais alimentados com a SS ( $P<0,05$ ). O nitrogênio ingerido e nitrogênio absorvido foram maiores para os animais que consumiram as SS e SSU. O nitrogênio e a proteína microbiana e a eficiência microbiana foram superiores para os animais alimentados com a SSUI ( $P<0,05$ ). O comprimento externo, largura de tórax, profundidade de tórax, perímetro de perna, conformação, acabamento e engorduramento foram maiores para os animais que foram alimentados com a SSUI ( $P<0,05$ ). O peso vivo ao abate e o peso de carcaça quente foram superiores para os animais alimentados com a SSUI ( $P<0,05$ ). Os parâmetros de cor,  $L^*$ ,  $b^*$  e a EGS apresentaram diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre as silagens. O consumo de FDNcp, a alimentação (min/Kg FDNcp), a ruminação (min/Kg MS), a mastigação, a eficiência da alimentação (gFDNcp/hora), a eficiência da ruminação e o consumo médio por período de alimentação (FDNcp) foram influenciados pelas dietas. O *Lactobacillus buchneri* adicionado a silagem de sorgo é eficaz na redução da produção de mofos, leveduras e o etanol, melhorando a estabilidade aeróbia das silagens, contudo afeta o consumo e desempenho dos cordeiros. A ureia adicionada a silagem de sorgo não influencia o perfil fermentativo, a população microbiana e as perdas na silagem, contudo apresentou melhores resultados no consumo e desempenho animal. A associação dos dois aditivos promove melhorias nas variáveis avaliadas e pode ser utilizada na alimentação de cordeiros Santa Inês, visto que poucas são as interferências nos parâmetros produtivo, metabólicos e características de carcaça, de carne e no comportamento ingestivo.

**Palavras-chave:** aditivo químico, aditivo microbiano, conservação de forragem, fermentação

SANTOS, Ana Caroline Pinho, D.Sc., Federal University of Bahia. March-2018.  
**Quality of sorghum silages additivated with urea and microbial inoculant and its use in diets for sheep.** Advisor: Edson Mauro Santos

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of urea and *Lactobacillus buchneri* on the nutritive value and aerobic stability of sorghum silage evaluated at different opening times. In addition, the effect of the supply of sorghum silages treated with urea or *Lactobacillus buchneri* on animal performance, carcass characteristics, meat quality and ingestive behavior of lambs was analyzed. Four treatments were used: SS- sorghum silage without additive; SSI- sorghum silage supplemented with *Lactobacillus buchneri* inoculant ( $10^5$  CFU g / natural matter); SSU- sorghum silage supplemented with urea (1% in dry matter (DM)); SSIU- sorghum silage with urea and inoculant. The silos were opened at 15, 30, 60 and 110 days, and at 110 days the mini-silos were exposed to air for up to 96 hours. The data concerning the composition and fermentation profile were evaluated using a completely randomized design (DIC), in a  $4 \times 4$  factorial scheme (4 types of silages: SS, SSI, SSU and SSIU) and 4 opening times: 15, 30, 60 and 110 days) with three replicates, totaling 48 experimental units. Data on gas losses, effluents, and dry matter recovery were evaluated through ICD, with 4 treatments and 5 experimental units. The data regarding the aerobic stability were evaluated using a  $4 \times 3$  factorial scheme (4 silages and 3 air exposure times (0, 48 and 96 hours). In relation to the productive parameters and ingestive behavior a DIC was used, with 4 treatments (SS, SSI, SSU and SSIU) with 10 replicates, analyzed by means of Tukey's test at 5% of significance, using 40 unmaned Santa Inês male sheep with initial mean live weight of  $23 \text{ kg} \pm 2.68$ . ( $P < 0.01$ ), there was a reduction in non-fibrous carbohydrate contents for the opening times ( $P < 0.01$ ), there was interaction for the dry matter contents and ( $P < 0.05$ ). The ethereal extract and the neutral detergent fiber were not influenced by the additives and the opening times ( $P > 0.05$ ). The pH was higher in the SSU and SSIU and presented quadratic effect for ( $P < 0.01$ ). The values of buffer capacity and the levels of ammoniacal nitrogen presented interaction between the additives and the time of exposure to air ( $P < 0.01$ ). The soluble carbohydrate contents decreased among the additives ( $P < 0.01$ ) and presented a quadratic effect for the opening times ( $P < 0.01$ ). There was reduction of lactic acid for SSI and SSIU and increase of acetic acid for these silages, with reduction of ethanol ( $P < 0.01$ ). A lower number of lactic acid bacteria was observed for SSI and for SSIU. Lower mold counts were observed for SSI, SSU and SSIU silage. The number of yeasts was lower for SSI and SSIU compared to SS. SS and SSI had lower gas losses ( $P = 0.05$ ), there was no influence on effluent losses and recovery of dry matter other than silages ( $P > 0.05$ ). Consumption of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), non-fibrous carbohydrates (CNF) and total digestible nutrients were higher for SS-fed animals ( $P < 0.05$ ) of ethereal extract was observed for animals that consumed SSI, lower consumption of neutral detergent fiber was verified for animals fed SSIU. The digestibility coefficient of the EE was higher for

the SSU and SSUI animals, the CNF digestibility coefficient was higher for the animals fed with SS ( $P < 0.05$ ). The final live weight, total weight gain and mean daily gain of the SSU and SSUI fed animals were higher ( $P < 0.05$ ) among the silages. Serum urea levels were higher for SS-fed animals ( $P < 0.05$ ). Ingested nitrogen and absorbed nitrogen were higher for animals that consumed SS and SSU. Nitrogen and microbial protein and microbial efficiency were higher for animals fed SSUI ( $P < 0.05$ ). The external length, chest width, chest depth, leg perimeter, conformation, finishing and fattening were higher for the animals that were fed the SSUI ( $P < 0.05$ ). Live weight at slaughter and warm carcass weight were higher for SSUI fed animals ( $P < 0.05$ ). The color parameters,  $L^*$ ,  $b^*$  and EGS presented a significant difference ( $P < 0.05$ ) between the silages. The consumption of FDNcp, feed (min / kg FDNcp), rumination (min / kg DM), chewing, feeding efficiency (gFDNcp / hour), rumination efficiency and average consumption per feeding period ) were influenced by diets. *Lactobacillus buchneri* added to sorghum silage is effective in reducing the production of molds, yeasts and ethanol, improving the aerobic stability of the silages, however it affects the consumption and performance of the lambs. The urea added to sorghum silage did not influence the fermentation profile, the microbial population and the losses in the silage, but presented better results in the animal consumption and performance. The association of the two additives promotes improvements in the evaluated variables and can be used in feeding Santa Inês lambs, since there are few interferences in the productive parameters, metabolic and carcass characteristics, meat and ingestive behavior.

**Keywords:** chemical additive, microbial additive, forage conservation, fermentation

## INTRODUÇÃO GERAL

A conservação de forragens é uma opção a ser utilizada para proporcionar forragens de adequado valor nutritivo para ruminantes, permitindo aos animais boa qualidade de alimentação volumosa durante todo o ano (BOTELHO et al., 2010).

Dentre as plantas utilizadas para o processo de ensilagem tem-se o sorgo (*Sorghum Bicolor* L. Moench), que é uma cultura tolerante ao estresse hídrico e às limitações de nutrientes do solo, sendo uma planta versátil que produz grãos, indicada para pastejo e produção de silagem. Segundo Landau e Sans (2009) o sorgo possui variedades adaptadas às diferentes zonas climáticas, que toleram mais o déficit de água e o excesso de umidade no solo do que a maioria das outras plantas forrageiras, podendo ser cultivado numa extensa faixa de condições ambientais.

Algumas variedades de sorgo apresentam concentrações elevadas de carboidratos solúveis, que é uma característica favorável, mas que em excesso pode prejudicar a fermentação da silagem, pois o pH pode ficar abaixo de 4, dando condições para as leveduras se multiplicarem e produzirem etanol, causando maiores perdas por gases nas silagens.

No processo de ensilagem sempre ocorrem perdas durante a fase fermentativa, seja por produção gás, efluentes, calor. No caso do sorgo forrageiro, tem se observado elevadas perdas gasosas em função da fermentação alcoólica. Diante disso, o uso de aditivos tem sido recomendado (PINHO et al., 2005) para melhorar a fermentação e reduzir as perdas na silagem.

A ureia é um aditivo químico muito utilizado, se destacando por atuar na fração fibrosa da forragem, solubilizando a hemicelulose e aumentando a disponibilidade de substratos prontamente fermentáveis para os microrganismos do rúmen, além de sua ação fungistática. A utilização de ureia permite a incorporação de nitrogênio não proteico a forragem, resultando em incremento na digestibilidade e consumo de matéria seca pelos animais (ROTZ, 1995).

Além dos aditivos químicos, existem os inoculantes microbianos que são muito utilizados por todo mundo, devido a sua facilidade de uso e segurança, não são corrosivos e não poluem o meio ambiente (ÁVILA et al., 2009). Existem vários tipos de aditivos, sendo eles compostos por bactérias homofermentativas ou bactérias heterofermentativas.

Dentre as bactérias heterofermentativas com potencial para melhorar a estabilidade aeróbica de silagens, se destaca os *Lactobacillus buchneri*. Basso et al. (2012) avaliando silagens de milho com doses crescente de *Lactobacillus buchneri*, verificaram que os teores de ácido láctico permaneceram constantes a medida que a dose aumentou, enquanto o ácido acético aumentou. Com isso, ocorreu redução da população de leveduras e conseqüentemente, melhorou a estabilidade aeróbia de silagens de milho.

A utilização da ureia pode potencializar o efeito do inoculante microbiano, pois tampona o ambiente, deixando o pH acima da faixa de atuação das leveduras, o que faz prevalecer a ação do inoculante, em função da diminuição da competição por substrato, podendo atingir efeitos positivos não somente sobre a estabilidade aeróbia, como também sobre a fermentação na massa ensilada.

A seguinte revisão discorre sobre a potencialidade do sorgo forrageiro para ensilagem com a utilização de aditivos químico e biológicos, visando à diminuição de perdas nas silagens e sua utilização no desempenho animal.

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1. Potencial Forrageiro do Sorgo

O sorgo (*Sorghum Bicolor* L. Moench) foi introduzido no Brasil no início do século XX, embora houvesse resistências para ser utilizado como uma cultura comercial, ele foi levado ao Nordeste a fim de minimizar os problemas da produção agropecuária, por seu potencial forrageiro e sua rusticidade, com tolerância ao déficit hídrico em regiões semiáridas. O sorgo possui metabolismo C4 e apresenta altas taxas fotossintéticas, com reduzida taxa de fecundação cruzada, é tolerante à baixa umidade do solo, necessita de uma temperatura superior a 21°C para apresentar seu potencial produtivo (DUARTE et al., 2010).

A planta do sorgo possui características xerófilas, apresenta baixa exigência em termos de fertilidade do solo, sendo tolerante ao estresse hídrico, salinidade e encharcamento. Adapta-se bem a diferentes condições climáticas, principalmente no semiárido Nordeste (SANTOS e GRANGEIRO, 2013). Para a produção de forragem, o sorgo utiliza cerca de 30% menos água do que o milho e também exige menos fertilizantes nitrogenados (NEWMAN et al., 2013). Além de ser uma planta com alta capacidade de rebrota, devido à capacidade de conservar ativo seu sistema radicular (REZENDE et al., 2011).

Segundo Rodrigues et al. (2008), o sistema radicular é abundante, pode atingir profundidades de até 1,5 metros, sendo que 80% das raízes estão concentradas nos primeiros 30 cm de profundidade, em extensão lateral alcança 2,0 m.

O sorgo é o quinto cereal mais produzido do mundo, abaixo somente do trigo, milho, arroz e cevada. Em 2011, a produção mundial alcançou 62,48 milhões de toneladas, enquanto o milho atingiu 883,25 milhões de toneladas (USDA, 2013). Esse cereal apresenta valores nutricionais semelhantes ao milho, se destacando pela rusticidade e poder de rebrota. Apresenta altos rendimentos de matéria seca por unidade de área e elevada concentração de carboidratos solúveis essenciais para fermentação láctica adequada.

Essa forrageira pode ser classificada em quatro tipos: o granífero, o forrageiro, o sacarino e o vassoura. O tipo granífero possui plantas de porte baixo com densa panícula de grãos. O forrageiro apresenta porte alto adequado para confecção de silagem ou produção de açúcar e etanol. O sacarino é utilizado principalmente para

pastejo, corte verde, fenação e cobertura morta. E das panículas do tipo vassoura são confeccionadas vassouras (RIBAS, 2008).

Silva et al (2005) afirmam que o rendimento do sorgo forrageiro está relacionado com a altura da planta, correlacionando com as proporções de folhas, colmos e panículas. Segundo Berenji e Dahlberg (2004), o sorgo forrageiro apresenta elevados teores de matéria seca, porém apresenta um baixo valor nutricional, já o sorgo granífero produz menos massa, no entanto possui um valor nutricional superior.

Perazzo et al. (2013), no intuito de quantificar o rendimento forrageiro, o percentual de componentes da planta e a eficiência no uso da água de chuva, bem como avaliar as características agronômicas de cinco cultivares de sorgo (Ponta Negra, SF 15, IPA 46742 , IPA 2502 e IPA 101) para produção de silagem no semiárido paraibano, concluíram que as cultivares estudadas apresentam elevada eficiência de uso de chuva e produtividade, demonstrando adaptabilidade às condições edafoclimáticas do semiárido Paraibano. Como não houve diferença no rendimento forrageiro e na eficiência do uso da chuva, as diferentes características agronômicas apresentadas entre os genótipos podem influenciar o valor nutritivo. Foi recomendado a cultivar 'IPA 1011', pela maior participação de panícula.

O potencial de produção de matéria seca aumenta com a altura da planta, a porcentagem de panículas diminui a uma taxa menor nos híbridos de porte baixo ou médio, reduzindo em uma taxa maior naqueles cultivares de porte muito alto, ocorrendo o oposto em relação à porcentagem de colmos. A porcentagem de folhas diminui com o aumento da altura, contudo a uma taxa menor e constante (RODRIGUES et al., 2012).

Santos et al. (2013), avaliando a caracterização agronômica de cultivares de sorgo forrageiro (BRS Ponta Negra, BRS 655, BR 601, BRS 506, BRS 610) para produção de silagem no centro de São Francisco, observaram correlação positiva entre a altura da planta e a produção de matéria fresca ( $r= 0,89$ ) e a porcentagem de caule na matéria seca ( $r= 0,96$ ). Esta correlação foi mostrada no genótipo BRS 506, que apresentou maior altura de planta e conseqüentemente maior produção de matéria seca e maior porcentagem de caule na matéria fresca.

Rezende et al. (2011), avaliando as características agronômicas de cinco genótipos de sorgo (Volumax, BRS 610, Qualimax, AG2005E e AG 2501), cultivados no inverno, para determinar os melhores genótipos, com maiores produtividades e perfil mais adequado para a produção de silagem para serem utilizadas na região Norte de Minas Gerais, durante o período de escassez de alimento, concluíram que todos os híbridos de

sorgo forrageiro, duplo-propósito e corte e pastejo, comparando-se a outros trabalhos da literatura, apresentaram boa produção de massa verde e características agrônômicas adequadas à produção de silagem, com bom padrão fermentativo, quando cultivados no inverno.

Gontijo Neto et al. (2002), avaliando os teores e a produtividade de matéria seca, proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de cinco híbridos de sorgo (AG-2002, AG-2005-E, AG-X-202, AG-X-213, AG-X-215) cultivados sob níveis crescentes de adubação, concluíram que os híbridos avaliados apresentam teores satisfatórios de proteína bruta e DIVMS, e alta produtividade média por hectare de matéria seca, de matéria seca digestível e de proteína bruta, observando altas produções nas parcelas sem adubação, em função da fertilidade do solo e condições climáticas favoráveis.

## **2. Características do sorgo para ensilagem**

Embora várias plantas forrageiras, anuais ou perenes, possam ser ensiladas, o sorgo e o milho são as culturas mais utilizadas com este fim. O uso do sorgo para a ensilagem apresenta como vantagens o custo entre 80 a 85% do custo da silagem de milho, consumo equivalente a cerca de 90% da silagem de milho, valor nutritivo variando entre 85 e 92% da silagem de milho (SEIFFERT, PRATES, 1978; VALENTE et al., 1984; GOMIDE et al., 1987; BERNARDINO et al., 1997; BORGES et al., 1997).

O sorgo pode ser ensilado no estágio pastoso ou farináceo, porém, quando ensilado nesse estágio podem ocorrer perdas de grãos pelas fezes, devido a isso é recomendado ensilá-lo quando os grãos estiverem no estágio leitoso-pastoso.

Machado et al. (2014), avaliando o valor nutricional dos híbridos (BRS 610, BR 700 e BRS 655) e suas frações folha, colmo e panícula, em três estágios de maturação, visando à produção de silagem, observaram que as variações nas porcentagens de MS, PB, FDN, FDA e DIVMS das frações folha, colmo e panícula ocorreram de forma diferente entre os híbridos com o avanço da maturidade. Os híbridos BR 700 e BRS 655 devem ser ensilados no estágio leitoso, enquanto o BRS 610 pode ser colhido nos três estágios de maturação avaliados.

A silagem para ser considerada de boa qualidade deve apresentar teores de matéria seca por volta de 28% a 32%, pH variando entre 3,8 a 4,2, baixa capacidade tampão, carboidratos solúveis entre 6 e 8% e nitrogênio amoniacal menor que 10% do nitrogênio total. Valores elevados de umidade pode comprometer a qualidade da

silagem, visto que o pH tem que ser mais baixo para inibir o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*, bem como das enterobactérias. Essas bactérias são indesejáveis por produzirem ácido butírico e acético, respectivamente, e degradarem a fração proteica, reduzindo o valor nutricional da silagem, o que pode afetar o consumo voluntário, causando uma diminuição, além das perdas por efluentes, levando à perda de nutrientes de alta digestibilidade (McDONALD et al., 1991). O teor de matéria seca acima de 40% também é prejudicial a qualidade da silagem, pois estas são mais susceptíveis ao aquecimento e presença de fungos, devido a compactação não ser adequada, o que dificulta a remoção do oxigênio (VAN SOEST, 1994).

Orrico Junior et al. (2015), avaliando quatro cultivares de sorgo sacarino (BRS 506, BRS 508, BRS 509 e BRS 511) quanto à produtividade, composição química das partes das plantas e eficiência do processo de ensilagem, observaram valor médio de pH de 3,64, o que pode ser considerado ligeiramente abaixo do ideal, que é em torno de 4,0, indicando que o maior teor de carboidratos solúveis presentes nas variedades sacarinas em comparação com as variedades forrageiras proporcionam uma maior produção de ácidos orgânicos de cadeia curta durante o processo de ensilagem, o que permite um redução eficiente do pH no material ensilado. Eles observaram ainda perdas de água, presente nos colmos, salientando-se esse excesso de efluente pode promover o desenvolvimento de bactérias anaeróbias do gênero *Clostridium*, na parte inferior dos silos, que produz o ácido butírico, resultando na degradação de proteínas e ácido láctico.

Skonieski et al. (2010), mensurando a produtividade, variáveis fermentativas e valor nutricional das silagens de híbridos de sorgo forrageiro e sorgo de duplo propósito, verificaram teores de MS de 33,01 e 38,32%, pH de 3,86 e 3,97 e nitrogênio amoniacal de 1,93, 1,91% para o sorgo forrageiro e o sorgo de duplo propósito, respectivamente.

Simon et al. (2009), avaliando o valor nutritivo da silagem de sorgo, com diferentes níveis de concentrado, como alternativa para alimentação suplementar de ruminantes em pastejo, na Amazônia Oriental, através da composição química, consumo voluntário e digestibilidade aparente, concluíram que o sorgo pode ser utilizado para silagem por possuir potencial produtivo, com elevada disponibilidade de matéria seca e bom valor nutritivo. Sendo uma alternativa para ser conservado e fornecido como complemento alimentar para os ruminantes, principalmente em períodos de escassez de forragem, mantendo bons níveis nutricionais e elevando o desempenho animal. A utilização de concentrado na silagem de sorgo proporcionou

maior disponibilidade de MS na forragem e elevação do valor nutritivo da ração. Níveis entre 30% a 45% de concentrado possibilitam maior consumo e digestibilidade de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e energia bruta.

Ribeiro et al. (2007), mensurando cinco genótipos de sorgo de colmo seco (Br 700, Volumax, 0249341, 0249317 e 0249339) para a produção de silagem por meio do padrão de fermentação e pela variação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e carboidratos solúveis, em diferentes períodos de fermentação, concluíram que os híbridos avaliados têm potencial para produção de silagem em função dos teores de MS, PB, nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total, pH e carboidratos solúveis que são satisfatórios para o padrão de fermentação.

### **3. Limitações do sorgo para ensilagem**

O sorgo contém dois importantes fatores antinutricionais: o tanino, um composto polifenólico situado no grão, e a dhurrina, um glicosídeo cianogênico localizado principalmente na parte aérea e nas sementes germinadas. Os taninos são altos em sorgo com pericarpo marrom e sem testa, sendo baixos em grãos de sorgo não pigmentados. Os principais efeitos antinutricionais dos taninos são: diminuição da ingestão alimentar voluntária devido à palatabilidade reduzida, redução da digestibilidade e utilização de nutrientes, efeitos adversos sobre o metabolismo e toxicidade. A concentração de taninos em grãos de sorgo é um fator predominante que afeta seu valor nutricional (ETUK et al., 2012).

Oliveira et al. (2009), avaliando os efeitos dos taninos sobre a composição química e as características de fermentação de silagens de sorgo com ou sem adição de polietilenoglicol, verificaram que os níveis de taninos condensados nas forrageiras foram baixos, mesmo no híbrido BR700, que é considerado uma forragem com alto tanino, indicando que a presença de taninos em partes da planta diferentes de grãos provavelmente não foi relevante, e que os taninos presentes nos grãos podem ter sido diluídos devido as análises terem sido feitas em plantas inteiras.

A resistência dos pássaros nas variedades de sorgo foi relacionada à concentração de compostos fenólicos no grão com maior tanino (REED et al., 1987). Em muitas partes da África, os pássaros são a principal causa de perda de grãos pós-colheita. Para resolver este problema, variedades de sorgo de grãos resistentes a pássaros foram desenvolvidas através de programas de seleção e reprodução intensiva. A resistência do

sorgo ao pássaro foi associada com maior concentração de taninos nas sementes, sendo associado negativamente com o valor nutricional do sorgo para consumo humano (GETACHEW et al., 2016).

Além da presença de fatores antinutricionais, existe a quantidade elevada de carboidratos solúveis que algumas variedades de sorgos possuem, presente principalmente no colmo. De acordo com Pereira et al. (2007) e Ribeiro et al. (2007), a presença dos carboidratos solúveis nas forragens utilizadas para produção de silagem possui correlação com a quantidade de ácido láctico, visto que a fermentação láctica depende da presença desses carboidratos, o que está positivamente correlacionado. Porém, se houver carboidratos solúveis em excesso, pode gerar um problema na fermentação da silagem, visto que o pH pode cair demasiadamente, ficando abaixo de 4, proporcionando o aparecimento de microrganismos indesejáveis, como as leveduras, que são as responsáveis pela fermentação de etanol, causando maiores perdas por gases. Diante disso faz-se necessário a utilização de aditivos para melhorar a fermentação e reduzir perdas na silagem.

Pinho et al. (2015), ao avaliarem silagens de sorgo de diferentes propósitos, verificaram que o sorgo forrageiro e de duplo propósito, o qual apresentava concentração mais elevada de açúcar, ao ser ensilado, resultou em maiores perdas por gases, em função da fermentação alcoólica.

#### **4. Aditivos**

A fermentação da silagem é um processo dinâmico que é influenciado por vários fatores. A utilização de aditivos na silagem tem sido utilizada há muitos anos para diminuir alguns riscos durante o processo de ensilagem e melhorar seu valor nutritivo (HENDERSON, 1993).

O principal objetivo da produção de silagem é manter ao máximo a conservação de nutrientes originais da cultura de forragem para a alimentação de animais (STEWART, 2011). É possível ensilar vários tipos de forragens, contudo é importante conhecer a cultura que irá utilizar. De acordo com Rezende et al. (2008), espécies forrageiras não convencionais, ao serem ensiladas, necessitam de cuidados especiais, há ocorrência de perdas durante as fases do processo de ensilagem, diminuindo o potencial produtivo e qualitativo da cultura.

Diante disso surge a necessidade da utilização de aditivos, visando melhorar o processo fermentativo das silagens, com o objetivo de diminuir as perdas. Segundo McDonald et al. (1991), o principal intuito do uso de aditivos é garantir que as bactérias ácido-láticas dominem a fermentação da forragem.

Existem vários tipos de aditivos: os sequestradores de umidade, os fornecedores de nutrientes, os alcalinizantes, os químicos, os biológicos, sendo que um aditivo pode ter mais de um tipo de ação, contudo deve-se levar em conta a relação custo/benefício, além do possível efeito que pode causar no desempenho animal.

De acordo com Neumann et al. (2010), o uso de aditivos químicos inibidores de desenvolvimento de microrganismos é justificado em situações críticas, como material com baixo ou alto teor de matéria seca, baixo teor de carboidratos solúveis, dificuldades na compactação e vedação da silagem, visto que a má compactação irá contribuir para a degradação aeróbica por meio de desenvolvimento de microrganismos formadores de ácido acético, ácido butírico e álcool, responsáveis pela ocorrência de perdas de qualidade da forragem armazenada, devido a presença de oxigênio no meio.

Pereira et al. (2008), avaliando a qualidade da silagem do híbrido BR601, aditivadas (ureia e carbonato de cálcio e inoculante microbiano Silobac®) ou não, através de alterações nos teores de MS, alterações nos teores de FDN, FDA, hemicelulose, celulose e lignina e variações na DIVMS, ao longo do processo fermentativo, concluíram que o híbrido de sorgo forrageiro BR 601 apresentou-se adequado ao processo de ensilagem, em relação aos parâmetros estudados. Os aditivos utilizados neste experimento não promoveram alterações consistentes sobre as frações fibrosas, perda de matéria seca e DIVMS das silagens.

Os inoculantes microbianos e as preparações enzimáticas são considerados produtos naturais que são seguros de manusear, não corrosivos para máquinas, não causam problemas ambientais e seu uso tem se expandido nas últimas décadas.

Com relação aos aditivos microbianos, existem no mercado vários tipos de inoculantes. Esses inoculantes são adicionados à silagem para dominar a população epifítica de bactérias em plantas, que causam perdas de MS por fermentação insuficiente de açúcares. Os dois principais tipos de inoculantes microbianos são: homofermentativo e heterofermentativo. Os inoculantes homofermentativos contêm bactérias como as espécies *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus* e *Lactococcus*. Eles promovem uma rápida fermentação produzindo principalmente ácido láctico, reduzindo o pH rapidamente, abaixo de 3,8, impedindo a degradação do açúcar e proteína na

cultura. Os inoculantes heterofermentativos contêm bactérias tais como *Lactobacillus buchneri* e *Lactobacillus brevis*. Eles produzem uma mistura de ácido láctico e acético, que resulta em uma fermentação mais lenta do que os inoculantes homofermentativos. Eles são utilizados para inibir levedura e mofos, que iniciam o processo de deterioração aeróbia durante a alimentação (KENILWORTH e WARWICKSHIRE, 2012).

De acordo com Ávila et al. (2011), os aditivos a base de inoculantes microbianos são considerados benéficos por produzirem ácidos que diminuem o pH, contudo, eles podem ser prejudiciais quando degradam proteínas, produzem compostos tóxicos para os animais e até para humanos, ou quando competem com microrganismos benéficos pelo substrato, agravando a qualidade da silagem.

## 5. Ureia

Entre os principais produtos que representam os aditivos químicos inibidores, sobressaem à ureia, o carbonato de cálcio, hidróxido de sódio, o benzoato de sódio, o pirussulfito de sódio, o ácido fórmico, o formol e misturas compostas por formol e ácido fórmico (NEUMANN et al., 2010).

Aditivos nutrientes, como a ureia têm sido utilizados na silagem, uma vez que a amônia liberada pela hidrólise da ureia pode alterar o perfil de fermentação da silagem e reduzir as perdas de nutrientes, além de melhorar a composição bromatológica e a digestibilidade da silagem, conseqüentemente melhorando o valor nutritivo do produto final (WOOLFORD, 1984).

De acordo com Bolsen et al. (2000), a amônia quebra algumas das ligações entre a hemicelulose e outros componentes da parede celular, aumentando tanto a taxa como a extensão da digestão do material tratado, contudo esse fato é observado para doses maiores de ureia (3 a 4% na MS).

Melhorias no desempenho animal têm sido observadas no uso de silagens aditivadas com carbonato de cálcio e ureia, quando comparadas às silagens em que utilizou somente ureia (McDonald et al., 1991).

A ureia dentro do silo, em decorrência da ação da urease, é convertida a amônia, que, ao se ligar à água, forma o hidróxido de amônia, capaz de solubilizar os componentes da parede celular, principalmente a hemicelulose, reduzir a FDN do material (REIS et al., 1990), e melhorar a digestibilidade da fibra.

Glewen e Young (1982), avaliando o uso de ureia como aditivo para silagem de capim-elefante, concluíram que, para forragens que apresente baixo teor de MS e na ausência de aditivos ricos em carboidratos solúveis, esse tipo de produto não deve ser recomendado quando se pretende melhorar a fermentação. Geralmente, o valor do pH, nitrogênio amoniacal, ácido acético e ácido butírico são aumentados.

Fernandes et al. (2009), verificando os efeitos da adição de ureia e de dois períodos de armazenamento sobre o valor nutritivo e o perfil de fermentação da silagem de sorgo, concluíram que a adição de ureia na ensilagem de sorgo melhora o valor nutritivo da silagem e a dose de 5,0% não interferiu no processo de fermentação. O período de armazenamento mais prolongado diminuiu o valor nutritivo da silagem de sorgo e afetou o perfil de fermentação na ensilagem, aumentou o teor de nitrogênio amoniacal, independentemente da dose de ureia, aumentando o valor de pH na ausência de ureia.

Singh et al. (1996) observaram os maiores valores de pH e níveis de amônia associados a populações bacterianas proteolíticas anaeróbias superiores em silagens de sorgo (34% MS) aditivadas com 0,5% de ureia. Alvarez et al. (1977) observaram que a silagem de cana tratada com 1% de ureia (MV) apresentou consumo 39% maior em comparação a silagens não tratadas.

Lopes et al. (2007), analisando o efeito do uso de aditivos sobre o valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar, por meio de medidas de digestibilidade *in vivo* e consumo dos principais nutrientes em ovinos, concluíram que o valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar aumentou com o acréscimo de aditivos. Houve maior consumo e digestibilidade da proteína bruta, principalmente nos animais alimentados com as silagens acrescidas de ureia-fubá, ureia-raspa de mandioca e amireia, que apresentaram balanço de nitrogênio positivo.

Schmidt et al. (2010), mensurando as perdas fermentativas e a composição bromatológica de silagens de resíduos de pupunha utilizando aditivos químicos, verificaram que o tratamento do resíduo de pupunha com ureia ou cal virgem não foi efetivo em reduzir as perdas fermentativas durante a ensilagem. A adição de ureia elevou de forma moderada (23%) e não significativa à produção de efluentes em relação à silagem controle.

Keskin et al. (2005), avaliando os efeitos da suplementação de ureia a 0,5% e ureia 0,5% com adição de melão a 4% (em peso) às silagens de sorgo ensiladas utilizando 4 variedades de sorgo (Grass II, Grazer, Gözde e P- 988), colhidas no estágio

leitoso, para as condições da Anatólia Oriental, concluíram que a adição de 0,5% de ureia e 0,5% de ureia mais 4% de melação a silagens de sorgo melhorou o conteúdo de PB das silagens, porém não teve efeitos positivos sobre a qualidade da silagem, DIVMS ou MS digestível.

Guney et al. (2007), verificando os efeitos da adição de ureia, melação, ureia mais melação, em diferentes níveis à forragem de sorgo colhida no estádio leitoso, na qualidade da silagem, digestibilidade da matéria orgânica *in vitro* e teores de energia metabólica, concluíram que embora a forragem de sorgo possa ser ensilada sem aditivos, 0,5% de ureia ou 5% de melação sozinho ou a combinação deles pode aumentar a qualidade da silagem de sorgo.

Diaz et al. (2013) observaram que a inclusão de solução aquosa de amônia em 0,9 kg/L na proporção de 16 g/kg MV em silagem de milho aumentou o pH (7,56), e concentração de carboidrato solúvel (40,7 g/kg MS) em comparação à inclusão de aditivos microbianos (*Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* e *Lactobacillus buchneri*) e ao controle, apesar de não ter observado diferenças para a quantidade de fungos e bolores, podendo ser explicado pela ação inibitória da amônia nas bactérias homofermentativas, impedindo que degradem o carboidrato solúvel a ácido láctico.

Freitas et al. (2017), mensurando os parâmetros qualitativos da silagem de milho amonizada com níveis de ureia (0, 2, 4 e 6% MS), com diferentes densidades de compactação (600 e 800 kg m<sup>-3</sup>), observaram que não houve presença de mofos e leveduras nas silagens amonizadas. A densidade de compactação de 800 kg m<sup>-3</sup> reduziu as perdas no processo de ensilagem do milho e proporcionou silagem de maior valor nutritivo do que a compactação a 600 kg m<sup>-3</sup>, e concluíram que o uso de ureia não reduziu as perdas e não melhorou a estabilidade aeróbia das silagens, no entanto, controlou o crescimento de mofos após a exposição da silagem ao ar.

## **6. *Lactobacillus buchneri***

Segundo Pahlow et al. (2003), as bactérias heterofermentativas fermentam glicose a ácido láctico e etanol, a frutose é fermentada a ácido láctico, ácido acético e manitol. Contudo o *Lactobacillus buchneri* não possui a enzima acetaldeído desidrogenase que converte acetaldeído a etanol, com isso a produção de etanol é reduzida (OUDE ELFERINK et al., 2001), ocorrendo um aumento na produção de ácido acético como produto final da fermentação (McDONALD et al., 1991).

Trabalhos foram realizados para avaliar a utilização de *Lactobacillus buchneri* em silagens como forma de aumentar a estabilidade aeróbia, com maior teor de ácido acético e menor contagem de leveduras (ÁVILA et al., 2009).

Dreihuis et al. (1996) observaram que a silagem de milho tratada com *Lactobacillus buchneri* foi mais estável do que a silagem não tratada. Eles sugeriram que a estabilidade aeróbica melhorada foi devido à capacidade de *Lactobacillus buchneri* fermentar ácido láctico à ácido acético e 1,2 propanediol (OIEDA, 1993).

Sá Neto et al. (2013), avaliando o efeito de *Lactobacillus buchneri* aplicado exclusivamente ou em combinação com *Lactobacillus plantarum* no perfil fermentativo, na estabilidade aeróbia e no valor nutritivo de silagens de milho e de cana-de-açúcar, observaram que nas silagens de cana-de-açúcar, o tratamento com *Lactobacillus buchneri* apresentou maior teor de matéria seca, sem apresentar diferenças para as variáveis de valor nutritivo. Além de apresentar menor perda total de matéria seca e menores perdas devidas à produção de gases. Os autores concluíram que a aplicação exclusiva de *Lactobacillus buchneri* ou em associação a *Lactobacillus plantarum* não altera a qualidade e a eficiência de conservação das silagens de milho, contudo, nas silagens de cana-de-açúcar, a aplicação exclusiva de *Lactobacillus buchneri* reduz as perdas de conservação.

Ávila et al. (2009), verificando o efeito da adição de duas cepas de *Lactobacillus buchneri* uma proveniente de um inoculante comercial e outra isolada de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) sobre a estabilidade aeróbia de silagens de capim-mombaça, concluíram que a adição de *Lactobacillus buchneri* na ensilagem do capim-mombaça influencia o processo fermentativo e inibe o crescimento de fungos filamentosos, principais deterioradores da silagem na fase aeróbia. Apesar de não melhorar a qualidade de fermentação, os inoculantes resultam em silagens mais estáveis, por isso, sua utilização é recomendável somente em conjunto com aditivos fornecedores de substratos para as bactérias do ácido láctico.

De acordo com Kleinschmit e Kung (2006), o tratamento da silagem de milho com menores taxas de aplicação de *Lactobacillus buchneri* resultou em uma diminuição de 10 vezes no número de leveduras (3,10 log UFC/g de silagem) em comparação com a silagem não tratada (4,18 log UFC/g de silagem) e o tratamento com silagem de milho tratada com *Lactobacillus buchneri*  $>1 \times 10^5$  ufc/g (LB2) diminuiu o número de leveduras em mais de 100 vezes (1,88 log ufc/g de silagem). Houve uma melhoria na estabilidade aeróbia, mas o efeito foi maior na silagem tratada com maior taxa de

aplicação (25, 35 e 503 h de estabilidade aeróbia para não tratada, silagem de milho com *Lactobacillus buchneri*  $< 1 \times 10^5$  ufc/g de forragem fresca (LB1) e LB2, respectivamente).

Addah et al. (2011), objetivando comparar as características de fermentação e estabilidade aeróbica da cevada e do milho, ensiladas com ou sem inoculante misto (*Lactobacillus plantarum*, *Eterecoccus faecium* e *Pedicoccus. acidilactici*), e determinar o efeito dessas duas silagens sobre o desempenho de novilhos em confinamento, concluíram que a inoculação de silagem com uma mistura de *Lactobacillus plantarum*, *Eterecoccus faecium* e *Pedicoccus acidilactici* diminuiu as concentrações de carboidratos solúveis, acetato e propionato finais e aumentou a concentração de lactato na cevada, mas não no milho. No entanto, a silagem de milho apresentou um pH final menor que a da silagem de cevada. A silagem de cevada também foi mais estável do que o milho após dois dias de exposição aeróbia.

Tabacco et al. (2009), avaliando o efeito dos inoculantes *Lactobacillus plantarum* e *Lactobacillus buchneri* na fermentação e na estabilidade aeróbia de silagens de milho e sorgo, com ênfase particular no crescimento de clostrídios e aumento da contagem de esporos quando as silagens são aerobicamente deterioradas ao longo de 14 dias, concluíram que além da fase de fermentação anaeróbia, o crescimento de esporos clostrídios em silagens também pode ocorrer na fase de alimentação do silo em silagens aeróbicas deterioradas, com um nível de conteúdo esporáico que pode atingir  $7 \log_{10}$  MPN (número mais provável)  $g^{-1}$ , um valor comparável ao observado em silagens clostrídicas. A inoculação com *Lactobacillus buhineri*, à taxa teórica de  $1 \times 10^6$  UFC  $g^{-1}$  de forragem fresca, aumentou a estabilidade aeróbica e atrasou o início da degradação microbiana aeróbia, reduzindo o risco de crescimento de clostrídios após a abertura da silagem. Esses dados mostram a importância de evitar a deterioração aeróbica da silagem ao nível da fazenda, a fim de reduzir o risco de contaminação microbiológica das rações animais.

Correa et al. (2007), mensurando o consumo voluntário da silagem de sorgo, da silagem de sorgo aditivada com fubá e da silagem de sorgo aditivada com *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus acilophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Predicoccus acidelactici*, *Lactobacillus sp.*, estimando a digestibilidade aparente *in vivo* pelo uso da lignina em detergente ácido como indicador, e correlacionando os valores das digestibilidades aparentes de alguns componentes nutritivos destas três silagens, concluíram que não se

pode recomendar o uso de qualquer dos aditivos estudados, pois estes não apresentaram melhorias no consumo e na digestibilidade da silagem de sorgo.

## **7. Qualidade de silagem para resposta animal**

São escassos na literatura resultados de trabalhos que avaliem o uso das silagens aditivadas com inoculante microbiano e ureia no desempenho animal.

O desempenho superior dos animais alimentados com silagens aditivadas com inoculantes ainda é um efeito desconhecido pela literatura. Algumas hipóteses vêm sendo levantadas, como um possível efeito probiótico, inibindo microrganismos prejudiciais na silagem e no rúmen, ou ainda, produzindo substâncias benéficas que favoreçam os microrganismos ruminais específicos melhorando o desempenho animal (WEINBERG e MUCK, 1996).

Estudos mostraram que algumas bactérias heterofermentativas (*Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus brevis*) produzem a enzima ferulato-esterases, que aumentam a degradação da parede celular, liberando mais carboidratos solúveis para a fermentação ou utilização pelas bactérias do rúmen (NSEREKO et al., 2008), o que pode causar impacto positivo no desempenho animal, contudo os resultados são escassos e controversos, demandando mais estudos, visando o efeito dos aditivos nas silagens sobre o desempenho dos ruminantes.

Addah et al. (2012), verificando o uso do inoculante com atividade da enzima ferulato-esterases na estabilidade aeróbica e digestibilidade da silagem de cevada, observaram que houve melhora na fermentação, estabilidade aeróbia e desaparecimento *in situ* da fibra, melhorando a FDN ruminal em 7 e 9% após 24 e 48 horas, respectivamente, contudo poucos inoculantes possuem a atividade da ferulato-esterases.

Colombini et al. (2012), avaliando o desempenho na lactação, a digestibilidade e o equilíbrio de N, observaram que a ingestão de MS foi maior para as vacas alimentadas com silagem de milho (20,0 kg/d) em comparação com a silagem de sorgo forrageiro (18,2 kg/d). Os mesmos autores verificaram para o rendimento de leite corrigido para gordura valores de 25,5 kg/d para silagem de milho e 24,1 kg/d para sorgo de forragem.

Miron et al. (2007), comparando duas variedades de sorgo forrageiro (BMR-101 e FS-5) com milho e o efeito da alimentação das silagens sobre o comportamento alimentar e o desempenho de lactação de vacas leiteiras, verificaram que a silagem de

milho é uma melhor escolha do que a silagem FS-5 e ambas as silagens são melhores do que a silagem BMR. A maior DIVMS das silagens de milho e da BMR, comparada à silagem FS-5, não se refletiu no aumento da ingestão voluntária de MS. Os dois grupos alimentados com sorgo TMR apresentaram maior produção de gordura láctea, enquanto que o grupo alimentado com a silagem de milho TMR apresentou maior produção de leite e proteína de leite, produção e teor moderados de gordura láctea, bem como menor perda de peso corporal. No entanto, o rendimento de silagem por hectare, a digestibilidade da silagem e a disponibilidade de água para irrigação são os parâmetros dominantes na determinação das variedades de forragem a serem cultivadas.

Fazaeli et al. (2006), comparando a silagem de sorgo forrageiro com a silagem de milho na dieta de bezerros, concluíram que a substituição de silagem de milho pela silagem de sorgo em diferentes níveis mostrou um resultado semelhante na alimentação de bezerros e não houve diferença no desempenho dos animais alimentados com silagem de milho ou sorgo até 40% da ingestão total de matéria seca. Portanto, a inclusão do sorgo no sistema de cultivo de forragem permite ao agricultor obter um produto mais econômico, particularmente onde a água é o primeiro fator limitante.

Em geral, dados de pesquisa mostram que sorgo parece ser inferior ao milho na digestibilidade total de MS. O ganho médio diário médio (GMD) para ovelhas alimentadas com silagem de milho (65,2 g) foi mais de três vezes maior do que o GMD para ovelhas alimentadas com silagem de sorgo (18,1 g). O menor desempenho dos ovinos na silagem de sorgo foi atribuído à presença de compostos como taninos ou HCN (FISK, 1980, WHEELER et al., 1990), que podem ter afetado negativamente a utilização de nutrientes na silagem de sorgo. Foi observada uma digestibilidade de MS significativamente menor (52%) para a silagem de sorgo em comparação com a silagem de milho (65%). A digestibilidade in vivo da MS de uma dieta baseada em silagem de milho (71%) também foi maior do que a dieta baseada em sorgo (65%) em bovinos (ABDELHADI e SANTINI, 2006).

Kleinschmit e Kung (2006) fizeram uma meta-análise que compilou dados de 43 experimentos sobre os efeitos de *Lactobacillus buchneri* na qualidade da silagem, e em um dos seus estudos com silagem de alfafa relataram um pequeno aumento na produção de leite (0,8 kg de leite/vaca/d), contudo o desempenho animal não apresentou diferença da silagem não tratada. Segundo Muck et al. (2010), poucos ensaios em animais foram publicados desde essa meta-análise para saber como a silagem tratada com

*Lactobacillus buchneri* afeta o desempenho animal. Parece que *Lactobacillus buchneri* tem pouco efeito na ingestão e desempenho animal, além de manter a silagem fresca.

Pedroso et al. (2006) avaliaram o desempenho de novilhas holandesas alimentadas com silagens de cana-de-açúcar tratadas com ureia (0,5%), benzoato de sódio (0,1%) ou *Lactobacillus buchneri* ( $3,64 \times 10^5$  UFC g<sup>-1</sup>). A inoculação de *Lactobacillus buchneri* melhorou o ganho diário (1,24 vs. 0,94 kg dia<sup>-1</sup>) e a adição de benzoato melhorou a conversão alimentar (7,6 vs. 9,4 kg de MS/kg PV), quando comparada a silagem não tratada. Os tratamentos não afetaram o consumo de matéria seca (2,19% PV). As rações com silagens tratadas com benzoato ou *Lactobacillus buchneri* mostraram menor custo por kg de ganho de peso. O tratamento com ureia não melhorou o desempenho animal, mas o custo por kg de ganho de peso foi menor do que na dieta controle.

Addah et al. (2011), objetivando comparar as características de fermentação e estabilidade aeróbica da cevada e do milho ensiladas com ou sem inoculante misto (*Lactobacillus plantarum*, *Eterecoccus faecium* e *Pedicoccus. acidilactici*), e determinar o efeito dessas duas silagens sobre o desempenho de novilhos em confinamento, concluíram que a ingestão de MS, o desempenho e a eficiência de conversão alimentar de novilhos alimentados com dietas inoculadas de cevada ou silagem de milho não foram melhorados. Independentemente do tipo de forragem, no entanto, o inoculante aumentou a proporção de fração lentamente digestível e potencialmente digestível da matéria orgânica. A silagem de cevada foi superior à silagem de milho na melhoria da ingestão de MS, desempenho e eficiência na conversão alimentar de novilhos.

Este estudo confirma a dificuldade de obter boas características de fermentação da silagem e melhorias no desempenho dos animais. Também sugere a necessidade de inoculantes específicos para forragem com base na relativa facilidade de ensilagem de forrageira ou sinergia inoculante-forrageira, uma vez que o inoculante parece ser mais eficiente na melhora das características de fermentação e estabilidade aeróbica da cevada do que o milho.

Apesar dos efeitos controversos, os trabalhos com desempenho animal não tem correlacionado as consequências da instabilidade aeróbia sobre a resposta animal, uma vez que as silagens deterioradas são descartadas. Esse fato demonstra a necessidade de se quantificar o descarte de silagens em ensaios com animais, e verificar o efeito desse descarte no custo de produção das silagens.

O fato é que há na literatura trabalhos avaliando o efeito da ureia ou do *Lactobacillus buchneri* na fermentação bem como na resposta de animais alimentados com essas silagens, no entanto, trabalhos avaliando o efeito combinado desses dois aditivos na ensilagem de sorgo, bem como a resposta de ovinos a esses tratamentos ainda não foi estudado, o que justifica a execução da presente pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELHADI, L.O.; SANTINI, F.J. Corn Silage versus Grain Sorghum Silage as a Supplement to Growing Steers Grazing High Quality Pastures: Effects on Performance and Ruminal Fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, v.127, n.1-2, p.33-43, 2006.

ADDAH, W.; BAAH, J.; GROENEWEGER, P.; OKINE, E. K.; McALLISTER, T.A. Comparison of the fermentation characteristics, aerobic stability and nutritive value of barley and corn silages ensiled with or without a mixed bacterial inoculant. **Canadian Journal of Animal Science**, v.91, n.1, p.133-146, 2011.

ADDAH, W.; BAAH, J.; OKINE, E. K.; McALLISTER, T.A. Use of thermal imaging and the in situ technique to assess the impact of an inoculant with feruloyl esterase activity on the aerobic stability and digestibility of barley silage. **Canadian Journal of Animal Science**, v.92, n.3, p.381-394, 2012.

ADEJORO, F. A.; HASSEN, A. Effect of supplementing or treating *Eragrostis curvula* hay with urea or nitrate on its digestibility and *in vitro* fermentation. **South African Journal of Animal Science**, v.47, n.2, p.168-177, 2017.

ALVAREZ, F.J.; PRIEGO, A.; PRESTON, T.R. Animal performance on ensiled sugar cane. **Tropical Animal Production**, v.2, n.1, p.27-33, 1977.

ÁVILA, C. L. S.; PINTO, J. C.; FIGUEIREDO, H. C. P.; SCHWAN, R. F.; PEREIRA, O. G.; MORAIS, A. R. D. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-mombaça tratadas com *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.779-787, 2009.

ÁVILA, C.L.S.; SCHWAN, R.F.; PINTO, J.C. et al. Potential use of native microorganisms strains of forage for silage production. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 2., 2011, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Fealq, 2011. p.25-44.

BASSO, F. C.; BERNARDES, T. B.; ROTH, A. P. T. P.; LODO, B. N., BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Fermentation and aerobic stability of corn silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7, p.1789-1794, 2012.

BEHLING NETO, A.; REIS, R. H. P.; CABRAL, L. D. S.; ABREU, J. G. D.; SOUSA, D. D. P.; SOUSA, F. G. D. Nutritional value of sorghum silage of different purposes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 41, n.3, p.288-299, 2017.

BERENJI, J.; DAHLBERG, J. Perspectives of sorghum in Europe. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 190, n.5, p. 332-338, 2004.

BERNARDINO, M.L.A.; RODRIGUEZ, N.M.; SANTANA, A.A.C. Silagem de sorgo de porte médio com diferentes teores de taninos e suculência no colmo. I. Nitrogênio amoniacal, pH e perdas de matéria seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.49, n. p.213-223, 1997.

BOLSEN, K. K.; WILKINSON, M.; LIN, C. J. Evolution of silage and silage inoculants. In: Biotechnology in the Feed Industry. In: **Proceedings of Alltech's 16<sup>th</sup> Annual Symposium**. Edited by T. P. Lyons and K. A. Jacques. 2000, p-453-471.

BORGES, A.L.C.C.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; ZAGO, C. P.; LARA, A. C. Silagem de sorgo de porte alto com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. I – Teores de matéria seca, pH e ácidos graxos durante a fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.49, n.6, p.719-732, 1997.

BOTELHO, P. R. F.; PIRES, D. A. A.; SALES, E. C. J. Avaliação de genótipo de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p. 287-297, 2010.

COLOMBINI, S.; GALASSI, G.; CROVETTO, G.M.; RAPETTI, L. Milk Production, Nitrogen Balance, and Fiber Digestibility Prediction of Corn, Whole Plant Grain Sorghum, and Forage Sorghum Silages in the Dairy Cow. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.8, p. 4457-4467, 2012.

CORREA, R. A.; SILVA, L. D. F.; BETT, V.; SOUZA CASTRO, V.; RIBEIRO, E. L. A.; BERAN, F. H. B.; ROCHA, M.A.; EZEQUIEL, J.M.B.; MASSARO JÚNIOR, F. L. Consumo e digestibilidade aparente de alguns componentes nutritivos da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) com ou sem aditivos, em ovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 1, p. 151-158, 2007.

DIAZ, E.; OUELLET, D. R.; AMYOT, A.; BERTHIAUME, R.; THIVIERGE, M. C. Effect of inoculated or ammoniated high-moisture ear corn on finishing performance of steers. **Animal Feed Science and Technology**, v.182, n.1-4, p.25– 32, 2013.

DREIHUIS, F.; SPOELSTRA, S.F.; COLE, S.C.J.; MORGAN, R. Improving Aerobic Stability by Inoculation with *Lactobacillus buchneri*. In: **Proceedings of the 11th International Silage Conference**. 1996. p. 106-107.

DUARTE, J. O. Cultivo de sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo**. 6. ed. 2010.

ETUK, E.B.; OKEUDO, N.J.; ESONU, B.O.; UDEDIBIE, A.B.I. Antinutritional Factors in Sorghum: Chemistry, Mode of Action and Effects on Livestock and Poultry. **Journal of Animal and Feed Research**, v.2, n.2, p.113-119, 2012.

FAZAEI, H.; GOLMOHHAMMADI, H. A.; AL-MODDARRES, A. et al. Comparing the performance of Sorghum silage with maize silage in feedlot calves. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.9, n.13, p.2450-2455, 2006.

FERNANDES, F. E. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; OLIVINDO, C. D. S. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2111-2115, 2009.

FISK, J. Effects of HCN, Phenolic Acids and Related Compounds in Sorghum bicolor on the Feeding Behaviour of the *Planthopper Peregrinus maidis*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.27, n.3, p.211-222, 1980.

FREITAS, P. M. D.; CARVALHO, G. G. P.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, G. G. L., OLIVEIRA, J. S. D., PIRES, A. J. V., MARANHÃO, C.M.A.; ROBRIGUES, T.C.G.C.;PINTO, L.F.B.Qualitative parameters of pearl millet silage ammoniated with urea, at different compaction densities. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v.52, n.8, p.679-689, 2017.

GETACHEW, G.; PUTNAM, D. H.; DE BEN, C. M.; De PETERS, E. J.Potential of Sorghum as an Alternative to Corn Forage. **American Journal of Plant Sciences**, v.7, n.7, p.1106-1121, 2016.

GOMIDE,J.A.; ZAGO, C.P.; CRUZ, M.E. et al. J.A.Milho e sorgo em cultivos puros e consorciados com soja para a produção de silagem. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.16, n.4, p.309-317.1987.

GONTIJO NETO, M. M.; OBEID, J. A.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R., CÂNDIDO, M. J. D., MIRANDA, L. F. Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Cultivados sob Níveis Crescentes de Adubação. Rendimento, Proteína Bruta e Digestibilidade in Vitro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1640-1647, 2002.

GLEWEN, M.J.,YOUNG, A.W. Effect of Ammoniation on the Refermentation of Corn Silage. **Journal of Animal Sciences**, v.54,n.4, p.713-718, 1982.

GUNEY, M.; DEMIREL, M.; CELIK, S; BAKICI, Y.; LEVENDOĞLU, T. Effects of urea, molasses and urea plus molasses supplementation to sorghum silage on the silage quality, *in vitro* organic matter digestibility and metabolic energy contents. **Journal of Biological Sciences**, v.7, n.2, p. 401-404, 2007.

HENDERSON, N. Silage Additives. **Animal Feed Science and Technology**, v.45,n.1, p.35-56, 1993.

KENILWORTH e WARWICKSHIRE. Silage Additives. **Dairy Co. Agriculture and Horticulture Development Board**, Stoneleigh Park, 2012.

KESKIN, B.; YILMAZ, H.; KARSLI, M. A.; NURSOY, H. effects of urea or urea plus molasses supplementation to silages with different sorghum varieties harvested at the milk stage on the quality and in vitro dry matter digestibility of silages. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 29, n. 5, p. 1143-1147, 2005.

KLEINSCHMIT, D.H.; KUNG JR., L. A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.10, p.4005-4013, 2006.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. Clima. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 5. ed. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2009. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2). [online] Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35184/1/clima.pdf>>. Acesso em: 03 de novembro de 2017.

LOPES, J. EVANGELISTA, A. R.; ROCHA, G. P. Valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar acrescida de ureia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1155-1161, 2007.

MACHADO, F. S.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; RIBAS, M. N.; LOBATO, F. C. L.; VEIGA, I. R. F. M.; GUIMARAES JUNIOR, R.; PEREIRA, L. G. R. Valor nutricional de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.1, p.244-252, 2014.

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

MIRON, J.; ZUCKRMAN, E.; ADIN, G. Comparison of two forage sorghum varieties with corn and the effect of feeding their silages on eating behavior and lactation performance of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.139, n.1-2, p. 23–39, 2007.

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

NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M. R.; FARIA, M.V.; UENO, R. K.; REINERH, L. L.; DURMAN, T. Aditivos químicos utilizados em silagens. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v.3, n.2, p.187-195, 2010.

NEWMAN, Y., ERICKSON, J., VERMERRIS, W.; WRIGHT, D. Forage Sorghum (Sorghum bicolor): Overview and Management. University of Florida, Gainesville. 2013.

NSERKO, V.L.; SMILEY, B.K.; RUTHERFORD, W.M.; SPIELBAUER, A.; FORRESTER, K. J.; HETTINGER, G. H.; HARMAN, E. K.; HARMAN, B. R. Influence of inoculating forage with lactic acid bacterial strains that produce ferulate esterase on ensilage and ruminal degradation of fiber. **Animal Feed Science and Technology**, v.145, n.1-4, p.122- 135, 2008.

OJEDA, F. Conservantes químicos en la preservación de ensilajes tropicales. **Pastos y Forrajes**, v.16, n.3, p.193-200, 1993.

OLIVEIRA, S. G.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A.; Vechetini, M. E.; Pedreira, M. S. Fermentative characteristics and aerobic stability of sorghum silages containing different tannin levels. **Animal Feed Science and Technology**, v.154, n. 1-2, p.1–8, 2009.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; RETORE, M.; MANARELLI, D. M.; SOUZA, F. B. D.; LEDESMA, L. L. M.; ORRICO, A. C. A. Forage potencial and silage quality of four varieties of saccharine sorghum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.12, p.1201-1207, 2015.

OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; KROONEMAN, J.; GOTTSCHAL, J. C.; Spoelstra, S. F.; Faber, F.; Driehuis, F. Anaerobic conversion o lactic acid to acetic acid and 1,2-

propanediol by *Lactobacillus buchneri*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 67, n.1, p. 125-132, 2001.

PAHLOW, G.; MUCK, R. E.; DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S. J. W. H. O., SPOELSTRA, S. F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Eds). **Silage Science and Technology. Agronomy**, v.42, p.31-94, 2003.

PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; BARIONI JUNIOR, W. Performance of Holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.649-654, 2006.

PERAZZO, A. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. F.; AQUINO, M. M.; SILVA, T. C.; BEZERRA, H. F. C. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, v.43, n.10, p.1771-1776, 2013.

PEREIRA, E.S.; MIZUBUTI, I.Y.; PINHEIRO, S.M. VILLARROEL, A.B.S. CLEMENTINO, R.H. Avaliação da Qualidade Nutricional de Silagens de Milho (*Zea mays*, L). **Caatinga (Mossoró,Brasil)**, v.20, n.3, p.08-12, 2007.

PEREIRA, A. C.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, A. L. C. C.; RODRIGUES, J. A. S.; GOMES, S. P.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N. M.; FERREIRA, J. J. C.; DELGADO, L. P.; CAMPOS, M. M. Avaliação da silagem do híbrido de sorgo BR 601 com aditivos- alterações nos teores de matéria seca, frações fibrosas e digestibilidade “ in vitro” da matéria seca. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.7, n.2, p. 153-163, 2008.

PINHO, R. M. A.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; BEZERRA, H. F. C.; FREITAS, P. M. D.; PERAZZO, A. F., RAMOS, R. C. S.; SILVA, A. P. G.. Sorghum cultivars of different purposes silage. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.45, n.2, p.298-303, 2015.

REED, J.D.; TEDLA, A.; KEBEDE, Y. Phenolics, Fibre and Fibre Digestibility in the Crop Residue from Bird Resistant and Non-Bird Resistant Sorghum Varieties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.39, n.2, p.113-121, 1987.

REIS, R.A.; GARCIA, R.; SILVA, D.J. Efeito da aplicação de amônia anidra sobre a composição química e digestibilidade de in vitro de feno de três gramíneas tropicais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.3, p.219-224, 1990.

REZENDE, A. V.; GASTALDELLO JUNIOR, A. L.; VALERIANO, A. R.; CASALI, A. O.; MEDEIROS, L. T.; RODRIGUES, R. Uso de diferentes aditivos em silagem de capim-elefante. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 281-287, 2008.

REZENDE, G. M.; PIRES, D. A. A.; BOTELHO, P. R. F.; ROCHA JUNIOR, V. R.; SALES, E. C. J.; JAYME, D. G.; REIS, S. T.; PIMENTEL, L. R.; LIMA, L. O. B.; KANEMOTO, P. R. M. Características agronômicas de cinco genótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], cultivados no inverno, para a produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.2, p. 171-179, 2011.

RIBAS, P. Importância econômica. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 4. ed. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2008. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2).

RIBEIRO, C. G. M.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S. Padrão de fermentação da silagem de cinco genótipos de sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.6, p.1531-1537, 2007.

RODRIGUES, J. A. S.; MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. **Ecofisiologia**. In: Cultivo do Sorgo. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2. ISSN 1679- 012X Versão Eletrônica – 4. ed. Set. 2008.

RODRIGUES, J. A. S.; PIRES, D. D. A.; GONÇALVES, L. C.; PEREIRA, L. G. R. Melhoramento de sorgo forrageiro e produção de silagem de alta qualidade. In *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO" PRODUCTIVIDAD EN GANADO DE CORTE", 15., 2012, Santa Cruz, Bolívia.[Anais].[SI]: ASOCEBU, 2012. p. 66-75.

ROTZ,C.A. **Field curing of forages**. In: Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). Postharvest physiology and preservation of forages. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, p. 39-66, 1995.

SÁ NETO, A.; NUSSIO, L. G.; ZOPOLLATO, M.; JUNGES, D. 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.5, p. 528-535, 2013.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T. Desempenho produtivo de cultivares de sorgo forrageiro e granífero na Paraíba. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.7, n.2, p.49-55, 2013.

SANTOS, R.D.; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; RODRIGUES, J. A. S.; COSTA, C. T. F.; OLIVEIRA, G. F. Agronomic characteristics of forage sorghum cultivars for silage production in the lower middle San Francisco Valley. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 35, n. 1, p. 13-19, 2013.

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

SEIFFERT, N. F.; PRATES, E. R. Forrageiras para ensilagem II- Valor nutritivo e qualidade de silagem de cultivares de milho (*Zea mays L.*), sorgo (*Sorghum sp.*) e milheto (*Pennisetum americanum, schum*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.7, n.2, p.183-195, 1978.

SILVA, A. G.; ROCHA, V. S.; CECON P. R.; PORTUGAL, A. F.; PINA FILHO, O. C.. Avaliação dos caracteres agrônômicos de cultivares de Sorgo forrageiro sob

diferentes condições termofotoperiódicas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.28-44, 2005.

SIMON, J. E.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; FERREIRA, G. D. G.; SANTOS, N. F. A.; NAHUM, B. S.; MONTEIRO, E. M. M. Consumo e digestibilidade de silagem de sorgo como alternativa para alimentação suplementar de ruminantes na Amazônia Oriental. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 4, n. 8, p. 103-119, 2009.

SINGH, A.; EDWARD, J.C.; MOR, S.; SINGH, K. Effect of Inoculation of Lactic Acid and Additives on Ensiling M.P. Chari (Sorghum Bicolor). **Indian Journal of Animal Sciences**, v.66, n.11, p.1159-1165. 1996.

SKONIESKI, F. R.; NORBERG, J. L.; AZEVEDO, E. B. Produção, caracterização nutricional e fermentativa de silagens de sorgo forrageiro e sorgo duplo propósito. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32, n. 1, p. 27-32, 2010.

STEWART, W.M. Plant Nutrition Today. Disponível em: < <https://www.ipni.net/pnt>>. Acesso em: 03 de novembro de 2017.

TABACCO, E.; PIANO, S.; CAVALLARINI, L.; BERNARDES, T.F.; BORREANI, G. Clostridia spore formation during aerobic deterioration of maize and sorghum silages as influenced by *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* inoculants. **Journal of Applied Microbiology**, v.107, n.5, p.1632–1641, 2009.

TESFAYOHANNES, S. T.; NSAHLAI, I. V.; BENGALY, K. Effect of urea treatment and concentrate proportions on dry matter degradation of different roughages in the rumen of jersey cows. **Global Journal of Science Frontier Research Agriculture and Veterinary**, v.13, n.8, 2013.

USDA. Grain:World Markets and Trade. **USDA** – United States Department of Agriculture. Circular series FG 07-13, 2013.

VALENTE, J.O., SILVA, J.F.C., GOMIDE, J.A. Estudo de duas variedades de milho (*Zea mays*L.) e de quatro variedades de sorgo para silagem. 1. Produção e composição do material ensilado e das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.13, p.67-73, 1984.

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

WEIBERG, Z. G.; MUCK, R. E. New Trends and Opportunities in the Development and Use of Inoculants for Silage. **FEMS Microb. Rev**, pg. 53-68, 1996.

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

## **Hipóteses**

O uso de aditivos (ureia e *Lactobacillus buchneri*) na silagem de sorgo:

- Melhora o perfil fermentativo, uma vez que aumenta o pH das silagens, há conversão de ácido lático a ácido acético, ocorre mudança na população microbiana, diminuindo os mofos e leveduras, ocorre redução das perdas por fermentação e aumenta a estabilidade aeróbia da silagem, consquentemente proporcionando uma silagem de melhor qualidade aos animais.
- Melhora o desempenho produtivo dos cordeiros, com uma eficiência alimentar maior, maiores ganhos de peso e rendimentos de carcaça, com melhor qualidade de carne.

## **Objetivo Geral**

Avaliar os efeitos da adição de ureia e *Lactobacillus buchneri* sobre a composição bromatológica, perfil fermentativo, população microbiana, estabilidade aeróbia de silagens de sorgo, bem como sua utilização no desempenho produtivo, qualidade de carcaça e carne em cordeiros.

## Capítulo I

---

**Populações microbianas, perfil fermentativo e composição química de silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri***

## **Populações microbianas, perfil fermentativo e composição química de silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri***

### **RESUMO**

Objetivou-se com este estudo avaliar as populações microbianas, o perfil fermentativo, a composição química e as perdas em silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri*. Foram utilizados quatro tratamentos constituídos por: SS- silagem de sorgo sem aditivo; SSI- silagem de sorgo aditivado com inoculante *Lactobacillus buchneri* ( $10^5$  ufc/g MN); SSU- silagem de sorgo aditivado com ureia (1% MS); SSUI- silagem de sorgo com ureia (1% MS) e inoculante ( $10^5$  ufc/g MN). Os minisilos foram abertos aos 15, 30, 60 e 110 dias. Para os dados referentes à composição química, perfil fermentativo e perdas foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial  $4 \times 4$  (4 aditivos e 4 tempos de abertura (15, 30, 60 e 110 dias)) e três repetições, totalizando 48 unidades experimentais, os quais foram submetidos à análise de variância- SAS, e comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância. Houve aumento nos teores de matéria mineral para os aditivos e os tempos de abertura ( $P < 0,01$ ), ocorreu redução nos teores de carboidratos não fibrosos para os tempos de abertura ( $P < 0,01$ ), houve interação para os teores de matéria seca e proteína bruta ( $P < 0,05$ ). O extrato etéreo e a fibra em detergente neutro não foram influenciados pelos aditivos e os tempos de abertura ( $P > 0,05$ ). O pH foi maior na SSU e SSUI e apresentou efeito quadrático para tempos de abertura ( $P < 0,01$ ). Os valores de capacidade tampão e os teores de nitrogênio amoniacal apresentaram interação entre os aditivos e o tempo de exposição ao ar ( $P < 0,01$ ). Os teores de carboidratos solúveis reduziram entre os aditivos ( $P < 0,01$ ) e apresentaram efeito quadrático para os tempos de abertura ( $P < 0,01$ ). Houve redução para o ácido lático para a SSI e SSUI e aumento do ácido acético para essas silagens, com redução do etanol ( $P < 0,01$ ). Observou-se menor número das bactérias ácido lácticas para SSI e para a SSUI. Verificou-se menor contagem de mofos para a silagem de SSI, SSU e SSUI. O número de leveduras foi menor para a SSI e SSUI em comparação a SS. A SS e SSI apresentaram menores perdas por gases ( $P = 0,05$ ), não houve influência para as perdas por efluentes e recuperação de matéria seca das silagens ( $P > 0,05$ ). A silagem de sorgo Volumax possui características químicas, fermentativas e microbiológicas que garantem uma silagem de boa qualidade. O *Lactobacillus buchneri* adicionado à silagem de sorgo é eficaz na redução da produção de etanol, reduz mofos e leveduras

devido a formação do ácido acético, e diminui as perdas por gases na silagem. O uso da ureia como aditivo na silagem de sorgo não altera o perfil fermentativo, a população microbiana e as perdas na silagem. A combinação de ureia e *Lactobacillus buchneri* proporciona melhorias nas variáveis avaliadas.

**Palavras-chave:** aditivo microbiano, aditivo químico, conservação de forragem

## **Microbial populations, fermentation profile and chemical composition of sorghum silages additive with urea and *Lactobacillus buchneri***

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate microbial populations, fermentation profile, chemical composition and losses in sorghum silages supplemented with urea and *Lactobacillus buchneri*. Four treatments were used: SS- sorghum silage without additive; SSI- sorghum silage supplemented with *Lactobacillus buchneri* inoculum ( $10^5$  cfu/g MN); SSU- sorghum silage supplemented with urea (1% MS); SSIU-sorghum silage with urea (1% MS) and inoculant ( $10^5$  cfu/g MN). The minisil were opened at 15, 30, 60 and 110 days. For the data on the chemical composition, fermentation and losses were analyzed according to a completely randomized design (DIC) in a  $4 \times 4$  factorial scheme (4 additives and 4 opening times (15, 30, 60 and 110 days)) and three replications, totaling 48 experimental units, which were submitted to analysis of variance- SAS, and compared by the Tukey test at 5% of significance. There was an increase in the mineral matter contents for the additives and the opening times ( $P < 0.01$ ), there was a reduction in non-fibrous carbohydrate contents for the opening times ( $P < 0.01$ ), there was interaction for the contents of dry matter and crude protein ( $P < 0.05$ ). The ethereal extro and the neutral detergent fiber were not influenced by the additives and the opening times ( $P > 0.05$ ). The pH was higher in SSU and SSUI and presented quadratic effect for opening times ( $P < 0.01$ ). The values of buffer capacity and the levels of ammoniacal nitrogen showed interaction between the additives and the time of exposure to air ( $P < 0.01$ ). The soluble carbohydrate contents decreased between the additives ( $P < 0.01$ ) and presented a quadratic effect for the opening times ( $P < 0.01$ ). There was reduction of lactic acid for SSI and SSUI and increase of acetic acid for these silages, with reduction of ethanol ( $P < 0.01$ ). A lower number of lactic acid bacteria was observed for SSI and for SSUI. Lower mold counts were observed for SSI, SSU and SSUI silage. The number of yeasts was lower for SSI and SSUI compared to SS. SS and SSI had lower gas losses ( $P = 0.05$ ), there was no influence on effluent losses and recovery of dry matter other than silages ( $P > 0.05$ ). Volumax sorghum silage has chemical, fermentative and microbiological characteristics that guarantee good quality silage. *Lactobacillus buchneri* added to sorghum silage is effective in reducing ethanol production, reduces mold and yeast due to the formation of acetic acid, and reduces gas losses in silage. The use of urea as an additive in sorghum silage does not alter the

fermentation profile, microbial population and silage losses. The combination of urea and *Lactobacillus buchneri* provides improvements in the variables evaluated.

**Keywords:** chemical additive, microbial additive, forage conservation

## INTRODUÇÃO

Algumas variedades de sorgos apresentam quantidades elevadas de carboidratos solúveis, que apesar de serem desejáveis, quando em excesso podem prejudicar a fermentação da silagem, com pH abaixo de 3,8 (McDONALD et al. 1991), dando condições para as leveduras se multiplicarem e produzirem etanol, o que causa maiores perdas nas silagens. Portanto, o uso de aditivos (químicos e biológicos) tem sido recomendado para diminuir as perdas nas silagens.

Inoculantes são adicionados à silagem para dominar a população epifítica de bactérias em plantas que causam perdas de matéria seca por fermentação ineficiente de açúcares. Os inoculantes heterofermentativos produzem uma combinação de ácido láctico e acético, resultando em uma fermentação mais lenta do que os inoculantes homofermentativos, que produzem apenas ácido láctico. Os inoculantes heterofermentativos são usados para inibir leveduras e mofos que iniciam o processo de deterioração aeróbia após a abertura do silo (KENILWORTH e WARWICKSHIRE, 2012).

Os aditivos alcalinos são utilizados para inibir leveduras e fungos, além de melhorar a digestibilidade da fibra, pois provocam expansão da celulose, reduzindo as ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio, que ligam as moléculas de celulose e hemicelulose, solubilizando e aumentando a digestibilidade dessas frações (VAN SOEST, 1994; LONGHI et al., 2013).

A utilização da ureia pode potencializar o efeito do inoculante microbiano, pois tampona o ambiente, deixando o pH acima da faixa de atuação das leveduras, o que faz prevalecer a ação do inoculante, em função da diminuição da competição por substrato, podendo atingir efeitos positivos não somente sobre a estabilidade aeróbia, como também sobre a fermentação no silo. Contudo essa utilização da ureia e inoculante microbiano ainda não foi testada para a silagem de sorgo, tornando-se necessários estudos voltados nesse sentido.

O uso de aditivos (ureia e *Lactobacillus buchneri*) na silagem de sorgo melhora o perfil fermentativo, uma vez que aumenta o pH das silagens, há conversão de ácido láctico a ácido acético, ocorre mudança na população microbiana, diminuindo a população de mofos e leveduras, reduzindo as perdas pela fermentação e aumentando a estabilidade aeróbia da silagem, consquentemente proporcionando uma silagem de melhor qualidade aos animais.

Diante do proposto acima, objetivou-se avaliar as populações microbianas, o perfil fermentativo, a composição química e as perdas em silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização do Experimento

O híbrido de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) Volumax (AGX-213) foi plantado na Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos, pertencente à Universidade Federal da Bahia- UFBA, em uma área de aproximadamente 0,2 hectares. Para o plantio foi aplicado superfosfato simples (5 sacos de 50 kg), cloreto de potássio (1 saco) e ureia (1 saco) por hectare, e para a cobertura foi utilizado ureia (4 sacos/ha). O sorgo foi colhido quando os grãos apresentaram uma consistência pastoso/farináceo, e triturado em tamanho teórico de partícula de 2 cm em máquina forrageira estacionária.

Sobre lona plástica, ocorreu à adição de ureia no material picado, a qual foi pesada com base na matéria seca (1% MS), e distribuída a lanço sobre cada camada de forragem. O inoculante comercial *Lactobacillus buchneri* foi adicionado de acordo com a recomendação do fabricante Lallemand Brasil LTDA, na concentração de  $10^5$  ufc/g de matéria natural.

Após a adição dos aditivos, o material foi ensilado em silos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de altura, adaptados com válvula tipo Bunsen para escape de gases, e com densidade de aproximadamente 600 kg de forragem na matéria natural por m<sup>3</sup>.

Os silos experimentais foram pesados na ensilagem e na abertura (silo+tampa+areia+tela), para quantificação das perdas por gases, perdas por efluente e recuperação de matéria seca, com base nas diferenças dos pesos. Os silos foram acondicionados em um galpão coberto visando proteger da chuva, vento, sol e posteriormente transportados para a Universidade Federal da Paraíba, onde foram realizadas as demais análises no Laboratório de Forragicultura da Universidade Federal da Paraíba- Campus Areia, UFPB.

### Delineamento Experimental

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $4^4$ , compostos por quatro tipos de aditivos: SS- silagem de sorgo sem aditivo; SSI- silagem de sorgo aditivado com inoculante *Lactobacillus buchneri* ( $10^5$  ufc/g MN); SSU-

silagem de sorgo aditivado com ureia (1% MS); SSIU- silagem de sorgo com ureia (1% MS) e *Lactobacillus buchneri* ( $10^5$  ufc/g), e quatro tempos de abertura: 15, 30, 60 e 110 dias. Foram utilizados três repetições para cada tempo, totalizando 48 unidades experimentais.

Para os dados referentes as perdas por gases, efluentes, e recuperação de matéria seca foi utilizado apenas o tempo de 110 dias, com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais.

### **Perdas por gases, por efluentes e recuperação de matéria seca**

Para estimativa de perdas por gases e efluentes, assim como para estimar a recuperação da matéria seca das silagens foram colocadas 1 kg de areia ao fundo dos mini-silos, nos quais foram separados por uma tela para não haver contaminação com a silagem. As perdas por gases e efluentes foram estimas de acordo com as equações abaixo descritas por Jobim et al. (2007).

$$\mathbf{PG = (PCI - PCf)/(MFi \times MSi) \times 100}$$

Onde:

PG: perdas por gases (%MS);

PCI: peso do silo cheio no fechamento (kg);

PCf: peso do silo cheio na abertura (kg);

MFi: massa de forragem no fechamento (kg);

MSi: teor de matéria seca da forragem no fechamento (%);

$$\mathbf{PE = [(PVf - Tb) - (PVi - Tb)]/MFi \times 1000}$$

Onde:

PE: produção de efluentes (kg/tonelada de silagem);

PVi: peso do silo vazio + peso da areia no fechamento (kg);

PVf: peso do silo vazio + peso da areia na abertura (kg);

Tb: tara do silo; MFi: massa de forragem no fechamento (kg);

$$\text{RMS(\%)} = \frac{(\text{MVfo} \times \text{MSfo})}{(\text{MSi} \times \text{MSsi})} \times 100$$

Onde:

RMS (%): Recuperação de Matéria Seca em porcentagem;

MVfo: Massa Verde de forragem (kg) na hora da ensilagem;

MSfo: Matéria Seca da forragem (%) na hora da ensilagem;

MSi: Massa da Silagem (kg) na abertura dos silos;

MSsi: Matéria Seca da Silagem (%) na abertura dos silos;

### **Populações microbianas e perfil fermentativo das silagens**

A avaliação microbiológica foi realizada de acordo com as recomendações de González e Rodriguez (2003), o plaqueamento foi realizado em duplicata para cada meio de cultura. As populações foram determinadas pela técnica seletiva de culturas em meio anaeróbico, utilizando o meio Ágar Rogosa para contagem de lactobacilos (após incubação de 48 horas em BOD à temperatura de 37° C). O meio Ágar BDA (Batata Dextrose Ágar) acidificado com ácido tartárico a 1%, foi utilizado para contagem de leveduras e mofos (após 5 dias de incubação à temperatura ambiente). As placas consideradas susceptíveis à contagem foram aquelas em que havia valores entre 30 e 300 ufc (unidade formadora de colônia).

A determinação do pH foi realizada de acordo com a metodologia de Bolsen et al. (1992), com adaptações. A determinação dos teores de nitrogênio amoniacal foram realizadas de acordo com a metodologia de Bolsen et al. (1992).

A análise de capacidade tampão foi realizada conforme descrito por Playne e McDonald (1966). Para a determinação dos carboidratos solúveis totais (CS) utilizou-se o método do ácido sulfúrico concentrado, descrito por Dubois et al. (1956), com adaptações de Corsato et al. (2008). Os teores de CS foram calculados em g x 100 mL<sup>-1</sup>, com base na solução e posteriormente ajustado com base na matéria seca de cada amostra utilizada. A análise de ácidos orgânicos foi realizada por cromatografia líquida de alta resolução, de acordo com a metodologia de Kung Jr e Ranjit (2001).

## Análises Bromatológicas

Foi retirada uma amostra do Sorgo Volumax (*Sorghum bicolor* AGX-213) *in natura* e que foi levada ao Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA para análise da composição bromatológica (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição química do sorgo Volumax (*Sorghum bicolor* AGX-213) *in natura*

Sorgo ( <i>Sorghum bicolor</i> )	
MS (%)	33,14
MO <sup>1</sup>	96,54
MM <sup>1</sup>	3,46
EE <sup>1</sup>	4,48
PB <sup>1</sup>	4,69
FDN <sup>1</sup>	61,55
CNF <sup>1</sup>	25,82
CS <sup>1</sup>	16,43

MS- Matéria seca; MO- matéria orgânica; MM- matéria mineral; EE- extrato etéreo; PB- proteína bruta; FDN- fibra em detergente neutro; CNF- carboidratos não fibrosos, CS- carboidratos solúveis; 1- % MS;

Amostras de silagem de sorgo foram coletadas nos períodos de abertura, 15, 30, 60 e 110 dias, para cada tratamento, as quais foram submetidas a pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar por um período de 72h, a 55°C. As amostras foram moídas a 1mm, em moinho de faca tipo Willey e posteriormente foram realizadas análise de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), de acordo com metodologia 934.01; 942.05; 920.39; 968.06; respectivamente, conforme descrito pela AOAC (2005). Para determinação da fibra em detergente neutro (FDN) utilizando a metodologia descrita por Mertens (2002). Os carboidratos não fibrosos foram estimados pelas equações de Sniffen et al. (1992), através da fórmula:  $CNF = 100 - (MM + PB + EE + FDN)$ .

## Análises Estatísticas

Os dados referentes ao perfil fermentativo, composição bromatológica e perdas por gases e efluentes foram submetidos à análise de variância- SAS, e quando apresentados diferenças significativas foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os dados referentes aos tempos de abertura foram submetidos à análise de regressão linear e quadrática- SAS. Para as variáveis em que o efeito de interação foi

significativo, o mesmo foi desdobrado, sendo avaliado o efeito de cada silagem dentro de cada período de abertura, através de ajuste de modelos.

O modelo utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + PF_j + (S_i \times PF)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Onde:

$Y_{ij}$  = resposta observada;

$\mu$ : média geral;

$S_i$ : efeito das silagens;

$PF_j$ : período e fermentação  $j, j$  (15, 30, 60 e 110 dias);

$(S_i \times PF)_{ij}$ : efeitos da interação entre as silagens e o período de fermentação;

$\epsilon_{ij}$ : erro aleatório associado a cada observação;

Os dados referentes às populações microbianas foram transformados em log 10, e foi utilizada a análise descritiva, visto que as amostras foram agrupadas para cada tratamento.

## RESULTADOS

Houve interação dos aditivos e dos tempos de abertura ( $P < 0,05$ ) para os teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) (Tabela 2).

Verificaram-se maiores teores de matéria mineral (MM) para as silagens aditivadas com ureia e inoculante (SSUI) e silagem aditivada com ureia (SSU). Na silagem com inoculante o teor de MM foi igual à SSUI e SSU, assim como na silagem de sorgo (SS). Os teores de MM apresentaram efeito linear crescente à medida que os silos foram abertos nos diferentes tempos. (Tabela 2).

Os teores de extrato etéreo não foram influenciados pelos aditivos ( $P = 0,32$ ), não houve efeito dos tempos de abertura para o extrato etéreo ( $P = 0,07$ ). Observaram-se maiores teores de FDN para as SSU e SSUI, na SSI os teores foram iguais às demais silagens. Os menores teores de FDN foram encontrados na SS ( $P = 0,05$ ). Não houve efeito dos tempos de abertura para os teores de FDN ( $P = 0,08$ ) (Tabela 2).

Os teores de CNF não foram influenciados pelos aditivos ( $P = 0,19$ ). Houve efeito dos tempos de abertura para os teores de CNF ( $P < 0,01$ ), apresentando um efeito quadrático, onde nos 30 e 60 dias de abertura os teores de CNF aumentaram e posteriormente diminuíram, com ponto de máxima de 31,35% aos 59 dias (Tabela 2).

**Tabela 2.** Composição química das silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano nos tempos de abertura de 15, 30, 60 e 110 dias

Variável (%)	Silagens				Dias de abertura				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>		
	SS	SSI	SSU	SSUI	15	30	60	110		Silagens	Dias	SxD
MS	35,70	36,79	37,75	38,70	34,56	34,60	39,77	40,01	0,31	<0,01	<0,01	0,04
MM	3,50b	3,55ab	3,61a	3,67a	3,05	3,54	3,74	4,00	0,03	<0,01	<0,01	0,08
PB	4,87	4,65	5,01	5,26	4,96	4,98	4,63	5,20	0,09	<0,01	<0,01	<0,01
EE	2,14	1,85	2,10	2,17	2,36	2,00	1,89	2,00	0,04	0,32	0,07	0,15
FDN	59,79b	61,30ab	64,12a	62,81a	62,82	59,98	61,42	63,80	1,07	0,05	0,08	0,23
CNF	30,67	28,41	27,95	29,10	27,09	31,57	30,48	26,98	0,91	0,19	<0,01	0,11

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; MS- matéria seca; MM- matéria natural; PB- proteína bruta; EE- extrato etéreo; FDN- fibra em detergente neutro; CNF-carboidrato não fibroso; EPM<sup>1</sup> = Erro Padrão da Média P-Valor<sup>2</sup> = Probabilidade significativa ao nível de 5%; Int<sup>3</sup> = Interação entre as silagens e os dias de abertura; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ajustado a 5% de significância.

Composição bromatológica das silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano nos tempos de abertura 15, 30, 60 e 110 dias

Variável (%)	P-Valor <sup>1</sup>	
	Linear	Quadrático
MM	<0,01	<0,01
EE	0,12	0,05
FDN	0,15	0,14
CNF	0,15	<0,01

MM- matéria natural; EE- extrato etéreo; FDN- fibra em detergente neutro; CNF-carboidrato não fibroso; P-Valor<sup>1</sup> = Probabilidade significativa ao nível de 5%;

$$\hat{Y}_{MM-DIAS} = 2,779 + 0,0243 * X - 0,000121950 * X^2 \quad (R^2 = 0,82).$$

$$\hat{Y}_{CNF-DIAS} = 25,474 + 0,20063 * X - 0,001711195 * X^2 \quad (R^2 = 0,19).$$

Não foi encontrado diferença nos teores de MS ( $P=0,59$ ) para as silagens, aos 15 dias de abertura, mostrando que as silagens permaneceram com os teores de MS inalterados. Aos 30 dias, foi observado menor teor de MS para a SS (31,31%) e um aumento nas demais silagens. Aos 60 dias, verificou-se maior teor de MS para a SSUI, e constatou-se menor teor de MS para a SSI (37,93%). Aos 110 dias foi encontrado menor teor de MS (38,57%) na SS, ocorrendo um aumento no teor de MS nas demais silagens (Figura 1- A).

Apesar de ter apresentado efeito quadrático para os teores de MS nos tempos de abertura ( $P=0,02$ ) para a SS, não houve efeito para o parâmetro ( $P=0,22$ ), portanto foi considerado efeito linear crescente ( $P=0,01$ ), apresentando maiores teores de MS à medida que avançou o tempo de fermentação. Para a SSI ocorreu fato semelhante, apesar de ter apresentado efeito quadrático para os teores de MS ( $P<0,01$ ) nos tempos de abertura, não houve efeito para o parâmetro ( $P=0,32$ ), sendo considerado efeito linear crescente ( $P<0,01$ ), ocorrendo um aumento no teor de MS a medida que as silagens foram abertas nos diferentes tempos, variando de 34,53% MS (15 dias) a 39,53% MS (110 dias).

Apesar de ter havido efeito quadrático para os teores de MS na SSU nos diferentes tempos ( $P<0,01$ ), pode-se perceber que houve um aumento linear variando de 34,41% MS (15 dias) a 40,89% MS (110 dias) ( $P<0,01$ ). Para a SSUI apesar de ter apresentado efeito quadrático ( $P<0,01$ ), não houve variação para o parâmetro ( $P=0,09$ ), sendo considerado efeito linear crescente para os teores de MS ( $P<0,01$ ), variando de 35,25% MS (15 dias) a 41,07% MS (110 dias) (Figura 1- A).

Observou-se menores teores de proteína bruta (PB) aos 15 dias para a SS e a SSU, ocorrendo um aumento para as demais silagens. Aos 30 dias não houve diferença nos teores de PB entre as silagens ( $P=0,09$ ). Aos 60 dias, o menor teor de PB foi observado para a SSI, seguida da SSU, que diferiu das demais silagens ( $P<0,01$ ). Aos 110 dias não foi observada diferença para os teores de PB entre as silagens ( $P=0,88$ ) (Figura 1- B).

Apesar de ter apresentado efeito quadrático para os teores de PB nos tempos de abertura ( $P=0,04$ ) para a SS, não houve efeito para o parâmetro ( $P=0,23$ ), sendo considerado efeito linear crescente ( $P=0,02$ ), aumentando os teores de PB a medida que as silagens foram abertas, variando de 4,56% PB (15 dias) a 5,13% PB (110 dias). Houve efeito quadrático para os teores de PB para a SSI ( $P=0,03$ ), ocorreu uma





Não foi observado variação da CT para a SS nos tempos de abertura ( $P=0,95$ ). Houve efeito quadrático ( $P<0,01$ ) para o valor de CT na SSI, aos 30 e 60 dias ocorreram um aumento nos valores de CT e uma diminuição aos 110 dias, apresentando ponto de máxima de 74,96 e.mg, aos 55 dias. Houve efeito quadrático ( $P<0,01$ ) para o valor de CT na SSU, aos 30 e 60 dias verificou um aumento nos valores de CT e uma diminuição aos 110 dias, apresentando ponto de máxima de 42,52 e.mg, aos 47 dias. Não houve efeito para o valor de CT na SSUI nos tempos de abertura ( $P=0,13$ ) (Figura 2- A).

Houve interação entre os aditivos e os tempos de abertura das silagens para o teor de nitrogênio amoniacal ( $P<0,01$ ) (Figura 2- B). O maior teor de nitrogênio amoniacal foi observado para a SSU, aos 15 dias, seguido da SSUI, os menores teores de nitrogênio amoniacal foram verificados para a SS e SSI ( $P<0,01$ ). Aos 30 dias, o maior teor de nitrogênio amoniacal foi encontrado na SSU, o que difereu das demais silagens ( $P<0,01$ ). Aos 60 e 110 dias, não foi verificada variação nos teores de nitrogênio amoniacal nas silagens, ( $P=0,94$ ) e ( $P=0,28$ ), respectivamente.

**Tabela 3.** Perfil fermentativo das silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano nos tempos de abertura 15, 30, 60 e 110 dias

Variável	Silagens				Dias de abertura				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>		
	SS	SSI	SSU	SSUI	15	30	60	110		Silagens	Dias	Silagens x Dias <sup>3</sup>
pH	3,69b	3,67b	3,75a	3,76a	3,68	3,71	3,77	3,71	0,01	<0,01	<0,01	0,71
CT (e.mg)	41,53	67,90	38,88	58,16	50,72	54,27	55,57	46,20	0,84	<0,01	<0,01	<0,01
N-NH3 (%Ntotal)	2,49	2,24	3,34	2,80	2,32	3,03	3,18	2,36	0,13	<0,01	0,01	<0,01
CS (%MS)	6,82a	5,11b	5,27b	3,91c	4,35	5,36	6,22	5,19	0,29	<0,01	<0,01	0,09

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante. pH- potencial hidrogeniônico; CT- capacidade tampão; N-NH3- nitrogênio amoniacal; CS- carboidratos solúveis; EPM<sup>1</sup> = Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup> = Probabilidade significativa ao nível de 5%; Int<sup>3</sup> = Interação entre as silagens e os dias de abertura; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ajustado a 5% de significância.

Continuação do perfil fermentativo das silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano nos tempos de abertura 15, 30, 60 e 110 dias

Variável	P-Valor <sup>1</sup>	
	Linear	Quadrático
pH	0,04	<0,01
CS (%MS)	0,09	<0,01

pH- potencial hidrogeniônico; CS- carboidratos solúveis; P-Valor<sup>1</sup> = Probabilidade significativa ao nível de 5%;

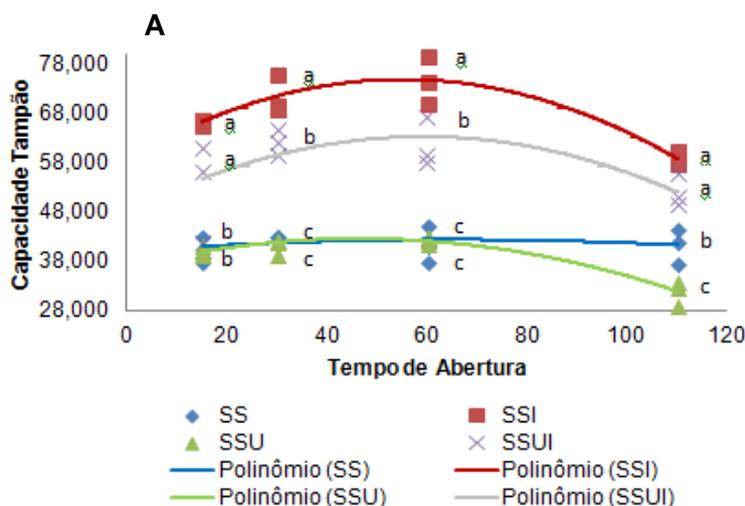
$$\hat{Y}_{\text{PH-DIAS}} = 3,588 + 0,0054 * X - 0,000039472 * X^2. (R^2 = 0,37).$$

$$\hat{Y}_{\text{CS-DIAS}} = 3,1107 + 0,09009 * X - 0,000646689 * X^2. (R^2 = 0,17).$$

Apesar de ter apresentado efeito quadrático nos tempos de abertura (P=0,05) para os teores de nitrogênio amoniacoal na SS, não houve efeito significativo do parâmetro (P=0,06), foi considerado efeito linear crescente, o teor de nitrogênio amoniacoal aumentou à medida que as silagens foram abertas nos diferentes tempos.

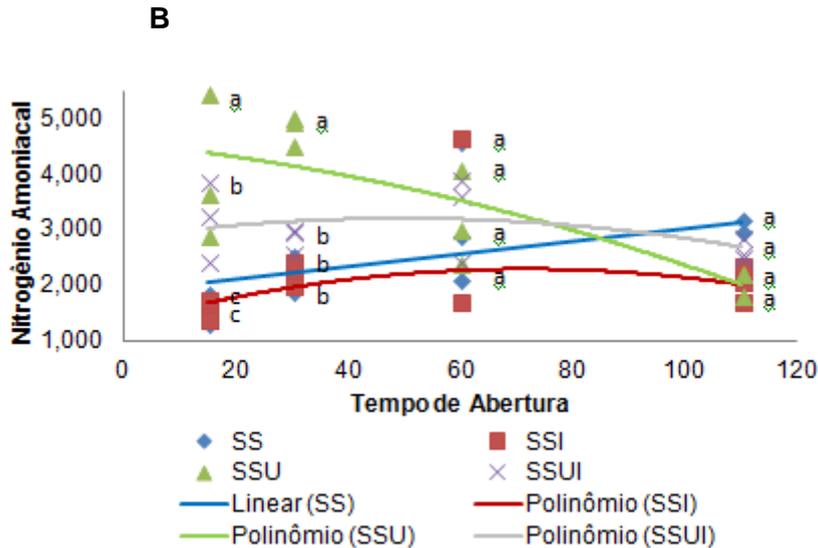
Houve efeito quadrático para os teores de nitrogênio amoniacoal na SSI (P=0,04), ocorreu um aumento nos teores nos dias 30 e 60 e uma diminuição aos 110 dias, apresentando ponto de máxima de 2,96% aos 68 dias. Apesar de ter apresentado efeito quadrático para os teores de nitrogênio amoniacoal na SSU (P=0,03), não houve variação para o parâmetro (P=0,39), apresentando efeito linear decrescente (P=0,01), os teores diminuíram à medida que as silagens foram abertas nos diferentes tempos. Não houve efeito para o nitrogênio amoniacoal na SSUI (P=0,57) (Figura 2-B).

**Figura 2.** Valores médios de interação entre os aditivos e os tempos de abertura. A- Capacidade Tampão (e.mg). B- Nitrogênio Amoniacoal (%N Total)



$$SSI = 58,705 + 0,5898 * X - 0,0053 * X^2 \quad (R^2 = 0,84).$$

$$SSU = 36,77 + 0,2469 * X - 0,0026 * X^2 \quad (R^2 = 0,90).$$



$$SSI = 0,597 + 0,0698 * X - 0,00052 * X^2 \quad (R^2 = 0,66).$$

$$SSU = 4,623 - 0,0224 * X \quad (R^2 = 0,52)$$

Houve efeito de interação entre os aditivos e os tempos de abertura ( $P < 0,01$ ) para o ácido láctico, ácido acético e etanol (Tabela 4). Constatou-se maior teor de ácido láctico para a SSU, aos 15 dias, a SSI apresentou teor semelhante à SSU e SS, o menor teor de ácido láctico foi encontrado na SSUI ( $P < 0,01$ ). Aos 30 dias de abertura, os maiores teores de ácido láctico foram verificados nas SS e SSU, o que diferiu da SSI e SSUI ( $P < 0,01$ ). Aos 60 dias de abertura, houve uma diminuição no teor de ácido láctico para as silagens, a SSUI apresentou o menor teor ( $P < 0,01$ ). Aos 110 dias de abertura, o menor teor de ácido láctico foi verificado para a SSI ( $P < 0,01$ ) (Figura 3- A).

Apesar de ter apresentado efeito quadrático para a concentração do ácido láctico nos tempos de abertura ( $P = 0,03$ ) na SS, não houve efeito do parâmetro ( $P = 0,10$ ), por isso foi considerado o efeito linear ( $P = 0,04$ ). Houve efeito quadrático para o ácido láctico na SSI ( $P = 0,03$ ), observou-se uma diminuição na concentração do ácido láctico aos 30 e 60 dias, houve um aumento aos 110 dias, apresentando ponto de mínimo de 2,27% aos 71 dias. Houve efeito quadrático para o ácido láctico na SSU ( $P < 0,01$ ), verificou-se uma diminuição na concentração do ácido láctico aos 30 e 60 dias, houve um aumento aos 110 dias, apresentando ponto de mínimo de 2,32% aos 69 dias. Mesmo efeito foi observado na SSUI ( $P < 0,01$ ), apresentando ponto de mínimo de 1,65% aos 63 dias (Figura 3- A).

**Tabela 4.** Teor de ácidos orgânicos das silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano nos tempos de abertura 15, 30, 60 e 110 dias

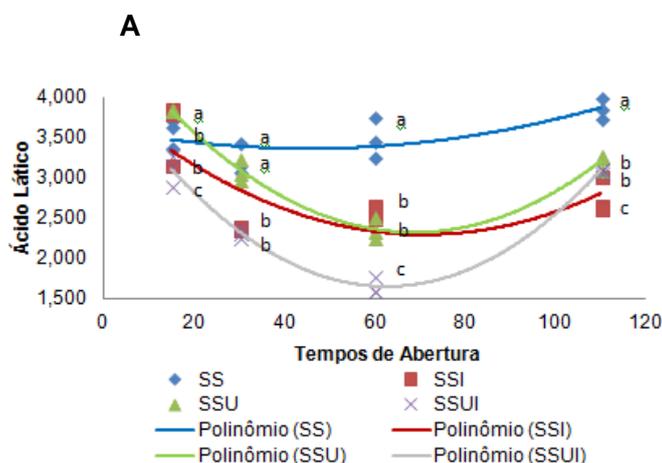
Variável (%MS)	Silagens				Dias de abertura				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>		
	SS	SSI	SSU	SSUI	15	30	60	110		Silagens	Dias	Silagens x Dias <sup>3</sup>
Ac. Lático	3,53	2,88	3,12	2,57	3,61	2,75	2,53	3,23	0,04	<0,01	<0,01	<0,01
Ac. Acético	0,62	2,24	0,68	1,66	1,35	1,30	1,08	1,46	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Etanol	0,87	0,47	0,70	0,33	0,68	0,71	0,64	0,34	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante. EPM<sup>1</sup> = Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup> = Probabilidade significativa ao nível de 5%; Int<sup>3</sup> = Interação entre as silagens e os dias de abertura; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Constatou-se maior teor de ácido acético, aos 15 e 30 dias, para a SSI (P<0,01), o menor teor de ácido acético foi observado para a SS. Aos 60 dias de abertura, verificou-se o maior teor de ácido acético para a SSI, o menor teor de ácido acético foi encontrado para a SSU. Aos 110 dias de abertura, os maiores teores de ácido acético foram observados para a SSI e SSUI, o que diferiu das demais silagens (Figura 3- B).

Apesar de ter apresentado efeito quadrático para a concentração de ácido acético nos tempos de abertura (P<0,01) na SS, pode-se perceber efeito linear crescente (P<0,01), observou-se um leve aumento a medida que as silagens foram abertas nos diferentes tempos, variando de 0,49% (15 dias) a 0,76% (110 dias). Não foi verificado efeito dos tempos de abertura (P=0,28) para a concentração de ácido acético na SSI. Houve efeito quadrático para o ácido acético na SSU (P=0,0294), ocorreu uma diminuição aos 60 dias e um aumento aos 110 dias, apresentando ponto de mínimo de 0,59% aos 68 dias. O mesmo foi observado para a SSUI (P=0,0012), ocorreu uma diminuição na concentração de ácido acético aos 30 e 60 dias e um aumento aos 110 dias, apresentando ponto de mínimo de 1,04% aos 61 dias (Figura 3- B).

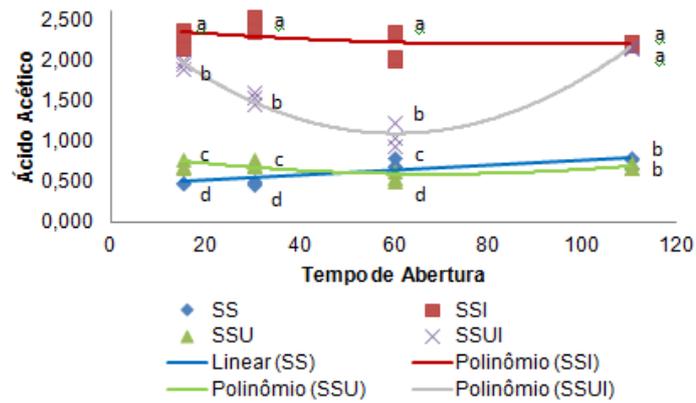
**Figura 3.** Valores médios de interação entre os aditivos e os tempos de abertura. A- Ácido Lático (%MS). B- Ácido Acético (%MS). C- Etanol (%MS).



$$SSI = 4,088 - 0,0510 * X + 0,00036 * X^2 \quad (R^2 = 0,50).$$

$$SSU = 4,787 - 0,0717 * X + 0,00052 * X^2 \quad (R^2 = 0,97).$$

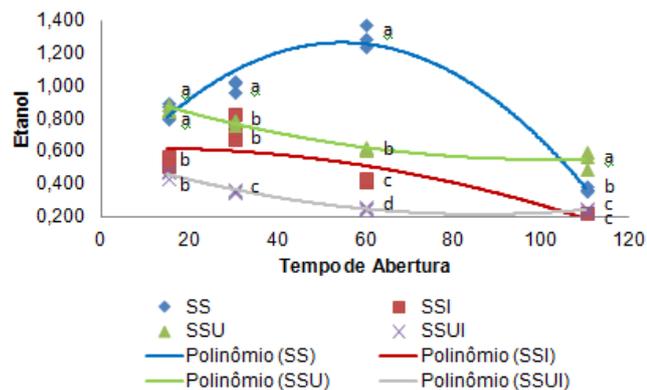
$$SSUI = 4,172 - 0,0806 * X + 0,00064 * X^2 \quad (R^2 = 0,97).$$

**B**

$$SS = 0,3358 + 0,0087 * X - 0,00043 * X^2 \quad (R^2 = 0,84).$$

$$SSU = 0,8558 - 0,0078 * X + 0,000057 * X^2 \quad (R^2 = 0,54).$$

$$SSUI = 2,712 - 0,0553 * X + 0,00045 * X^2 \quad (R^2 = 0,97).$$

**C**

$$SS = 0,4464 + 0,0288 * X - 0,0026 * X^2 \quad (R^2 = 0,97).$$

$$SSU = 0,9939 - 0,0088 * X + 0,000043 * X^2 \quad (R^2 = 0,95).$$

$$SSUI = 0,5631 - 0,0078 * X + 0,000449982 * X^2 \quad (R^2 = 0,96).$$

As maiores concentrações de etanol foram observadas para a SS e SSU, aos 15 dias, a menor concentração de etanol foi encontrado na SSUI ( $P < 0,01$ ). Aos 30 e 60 dias de abertura, a maior concentração de etanol foi constatada na SS ( $P < 0,01$ ), a menor concentração de etanol foi encontrada na SSUI. Aos 110 dias de abertura, a maior concentração de etanol foi verificada na SSU, encontraram-se as menores concentrações de etanol para as SSI e SSUI ( $P < 0,01$ ) (Figura 3- C).

Houve efeito quadrático para o etanol nos tempos de abertura ( $P < 0,01$ ) na SS, ocorreu um aumento na concentração do etanol aos 30 e 60 dias e uma diminuição aos 110 dias, apresentando ponto de máxima de 1,22% aos 54 dias. Apesar de ter

apresentado efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) para o etanol na SSI, não houve variação do parâmetro ( $P = 0,22$ ), por isso foi considerado o efeito linear decrescente ( $P < 0,01$ ). Apesar de ter apresentado efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) para a SSU, pode-se perceber efeito linear decrescente ( $P < 0,01$ ), onde a concentração de etanol diminuiu à medida que as silagens foram abertas nos diferentes tempos, variando de 0,86% (15 dias) a 0,55% (110 dias). Apesar de ter apresentado efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) para a SSUI, pode-se perceber efeito linear decrescente ( $P < 0,01$ ), ocorreu uma diminuição à medida que as silagens foram abertas nos diferentes tempos, variando de 0,46% (15 dias) a 0,24% (110 dias) (Figura 3- C).

As SSI e SSUI apresentaram menores unidades formadoras de colônia (UFC) para bactérias do gênero *Lactobacillus* (BAL), aos 15 dias de abertura. No entanto aos 30 dias de abertura, as SSI e SSUI apresentaram maiores contagens das BAL. Foram encontrados menores números das BAL para todas as silagens, aos 60 dias. Posteriormente observou-se um número maior das BAL, aos 110 dias (Tabela 5).

**Tabela 5.** Contagem de populações microbianas em silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano nos tempos de abertura de 15, 30, 60 e 110 dias

Dias de Abertura	Silagens			
	SS	SSI	SSU	SSUI
<b>Bactérias do gênero <i>Lactobacillus</i> (log ufc/g forragem)</b>				
15	7,73	6,36	7,50	6,01
30	6,67	9,01	7,57	10,5
60	6,54	4,71	5,64	7,36
110	8,34	8,30	8,16	7,85
<b>Mofos (log ufc/g forragem)</b>				
15	Nd <sup>1</sup>	Nd	Nd	Nd
30	Nd	2,00	Nd	3,02
60	3,24	2,79	4,31	5,81
110	2,91	3,63	3,70	3,55
<b>Leveduras (log ufc/g forragem)</b>				
15	6,81	Nd	6,88	Nd
30	4,81	3,63	4,53	3,84
60	4,08	2,30	2,87	4,45
110	2,64	3,08	3,50	2,65

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; Nd<sup>1</sup>= não detectado.

Não foram encontrados mofos aos 15 dias para todas as silagens. Aos 30 dias não foram encontrados mofos para as SS e SSU. Houve um número maior de mofos em todas as silagens para os demais tempos de abertura (60 e 110 dias).

Não foram encontradas leveduras para SSI e SSUI aos 15 dias de abertura. O número de leveduras foi menor aos 30 e 60 dias para a SS, SSI e SSU. Houve maior número de levedura para a SSUI (60 dias). Aos 110 dias houve um menor número de leveduras para a SS e SSUI, no entanto ocorreu uma maior contagem de leveduras para a SSI e SSU (Tabela 5).

Verificou-se diferença para perda por gases entre as silagens ( $P=0,05$ ), a silagem de sorgo com ureia apresentou maior perda por gases que a silagem de sorgo sem aditivo e a silagem de sorgo com inoculante. Não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) para as perda por efluentes e recuperação de matéria seca. (Tabela 6).

**Tabela 6.** Perdas por gases (PPG), perdas por efluentes (PPE) e recuperação de matéria seca (RMS) das silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano, nos tempos de abertura 110 dias

Variável	Silagens				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>
	SS	SSI	SSU	SSUI		
PPG (%)	2,54b	2,08b	3,30ab	4,39a	0,69	0,05
PPE (kg/ton de silagem)	5,20	2,84	4,96	3,93	1,27	0,56
RMS (%)	96,94	97,80	96,20	95,22	0,74	0,06

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante. EPM<sup>1</sup>= Erro Padrão da Média; P-Valor<sup>2</sup>= probabilidade significativa ao nível de 5%;

## DISCUSSÃO

O aumento no teor de matéria seca (MS) nas silagens aditivadas e durante os dias de abertura proporcionaram um aumento na material mineral e da fibra em detergente neutro. Os teores de MS encontrados no presente trabalho estão acima da faixa que pode ser considerada ideal para uma silagem adequada, por volta de 28% a 32% (McDONALD et al., 1991), o aumento de MS indica que, apesar da adição dos aditivos, ocorreram perdas do material. O aumento dos teores de MM e da FDN estão associados à utilização dos carboidratos solúveis pelos microrganismos, para a produção de ácidos orgânicos (McDONALD et al., 1991), contribuindo para o aumento dessas frações.

A silagem de sorgo sem aditivo apresentou teores mais baixos de matéria seca em comparação as demais silagens, conseqüentemente observou menores teores de matéria mineral (MM) e fibra em detergente neutro (FDN). A diminuição nos teores de

MM e FDN estão relacionados à menor utilização dos carboidratos solúveis pelos microrganismos para a produção dos ácidos orgânicos, principalmente o ácido láctico quando comparado as demais silagens,.

O teor de carboidrato solúvel encontrado nessa silagem foi maior que as demais silagens, o que é desejável do ponto de vista nutricional, uma vez que essa silagem será ofertada ao animal, garantindo nutrientes mais digestíveis na dieta desses animais, contudo maiores teores de CS contribuem para o crescimento dos microrganismos indesejáveis, quando a silagem é exposta novamente ao ar, uma vez que esses CS servem de substratos para esses microrganismos, ocorrendo proliferação de leveduras e maior produção de etanol, associado a um menor valor de pH, o que foi observado no presente trabalho, porém as perdas por gases foram menores que as silagens aditivadas com ureia e a associação da ureia e inoculante.

Foi observado também redução nos teores de PB na silagem de sorgo sem aditivo quando comparado às demais silagens e um aumento nos teores de PB à medida que foram abertas nos diferentes dias, o que colaborou para um aumento nos teores de nitrogênio amoniacal. De acordo com Van Soest (1994), em situações de fermentações secundárias, as concentrações de nitrogênio amoniacal e nitrogênio solúvel são resultantes da atividade de populações de microrganismos específicos que atuam em microambientes favoráveis ao seu desenvolvimento no silo. Porém, esses teores estão abaixo dos 10% (McDONALD et al., 1991) preconizados para uma silagem de boa qualidade.

Com a inclusão do *Lactobacillus buchneri* nas silagens de sorgo ocorreu um aumento na concentração de ácido acético, e uma diminuição na concentração de ácido láctico. O ácido acético é o produto final das bactérias heterofermentativas, que produzem além de ácido láctico, ácido acético, 1,2 propanodiol, dióxido de carbono (MUCK, 2010). O ácido acético tampona o meio, impedindo que o pH atinja valores muito baixos, o que pode ter alterado a capacidade tampão das silagens que foram aditivadas com o inoculante, visto que essas apresentaram maiores valores de capacidade tampão.

Contudo era esperado que as silagens com inoculante apresentassem maiores valores de pH, visto que, com a redução na concentração do ácido láctico, ocorria um aumento do pH, porém esse comportamento não foi observado no presente trabalho, onde os valores de pH foram menores para essas silagens. Esses valores ficaram um pouco abaixo da faixa ideal sugerida por McDonald et al. (1991), variando de 3,8 a 4,2. Valores muito baixos de pH contribuem para a proliferação de leveduras, que atuam em

faixas de pH bastantes baixos, e esse aumento no número de leveduras gera perdas, uma vez que a rota fermentativa das leveduras (a piruvato descarboxilase acetaldeído e subsequente redução do acetaldeído a etanol) ocasiona grandes perdas, podendo consumir até 48,9% de matéria seca (McDONALD et al., 1991).

No presente trabalho, observou-se que nas silagens com o inoculante, apesar de ter apresentados menores valores de pH, este pH baixo não foi suficiente para aumentar o número de leveduras, ocorrendo uma menor produção de etanol, além das menores perdas por gases, que também foram semelhantes à silagem sem aditivos. Esse menor número de leveduras é decorrente do efeito tóxico do inoculante para esses microrganismos, o ácido acético em pH inferior ao seu  $pK_a$  (4,73) fica na forma não dissociada, sendo permeável a membrana dos microrganismos, ocorre a entrada do ácido via transporte passivo, dentro das células esse ácido é dissociado, devido o pH interno está em torno de 7, superior ao  $pK_a$ , liberando  $H^+$ , ocorrendo uma rápida queda de pH intracelular, os microrganismos tentam elevar novamente esse pH, implicando em gasto de energia, retardando o crescimento ou causadno a morte desses microrganismos (McDONALD et al., 1991).

Segundo Kenilworth e Warwickshire (2012), o *Lactobacillus buchneri* é utilizado nas silagens por inibir o crescimento de leveduras e mofos, que inciam o processo de deterioração aeróbia. Com isso, ocorre diminuição nas perdas por gases, e consequentemente aumento na estabilidade aeróbia das silagens. No entanto, as silagens de sorgo do presente trabalho não apresentaram concentrações altas de etanol, o que pode está associado aos teores de carboidratos solúveis presente na forrageira, o sorgo Volumax não apresentou valores demaseadamente altos de CS, com isso a produção de perdas por gases a partir da produção de etanol não foi um problema. Além disso, algumas cepas de *Lactobacillus buchneri* não possui a enzima acetaldeido desidrogenase, que converte acetaldeído a etanol, com isso a produção de etanol é reduzida (OUDE ELFERINK et al., 2001).

Com a inclusão da ureia nas silagens de sorgo ocorreu uma maior incorporação de proteína nas silagens, aumentou os teores de FDN, ocorreu um aumento na produção de nitrogênio amoniacal ate os 60 dias, redução nos valores de capacidade tampão e aumento dos valores de pH. O aumento do teor de proteína é devido a incorporação do NNP presente na ureia, o que é desejado, visto que a silagem de sorgo apresenta baixo teor de PB, contudo aumenta os teores de nitrogênio amoniacal. Já o aumento no teor de FDN se dá pela utilização dos carboidratos solúveis pelos microrganismos, reduzindo os

açúcares e aumentando a fração fibrosa da silagem. Não foi observado efeito da solubilização da hemicelulose na FDN, com a adição da ureia, o que pode ser explicado pela quantidade de ureia aplicada a silagem (1% MS), que não foi suficiente para haver hidrólise da fibra.

Apesar de ter observado maiores teores de nitrogênio amoniacal para as silagens com ureia, os valores variaram de 2,10% a 4,83%, considerados aceitáveis para uma silagem de boa qualidade, recomenda-se teores de nitrogênio amoniacal menores que 10% (McDONALD et al., 1991). O teor de nitrogênio amoniacal é um dos índices na avaliação da qualidade da silagem, pois representa a degradação proteica durante a fase fermentativa, devido as fermentações secundárias na silagem, indicando as perdas de proteína verdadeira (NEUMANN et al., 2007), pode-se perceber que as perdas de proteínas através da deaminação e formação de amônia foram mínimas no presente trabalho.

A adição de ureia no processo de ensilagem de forragens com alto teor de carboidratos solúveis é uma alternativa para controlar o pH das silagens, visto que a ureia atua impedindo a redução rápida do pH e desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como leveduras e fungos filamentosos devido sua atividade antimicrobiana (NEUMANN et al., 2010). Apesar das silagens com ureia terem apresentado um leve aumento de pH, esse pH mais alto não foi suficiente para impedir a proliferação de leveduras e mofos, contribuindo para maiores perdas por gases. Esse crescimento de microrganismos indesejáveis está relacionado a quantidade de carboidratos solúveis residuais presentes nessa silagem, que serviu de substratos para as leveduras e mofos, segundo Siqueira et al. (2007), altos teores de carboidratos solúveis em silagens contribuem para ocorrência de fermentações secundárias, principalmente após a exposição ao ar, tornando necessário a adição de aditivos que controlem a proliferação desses microrganismos indesejáveis. Fernandes et al. (2009), também não encontraram efeito da aplicação de ureia em silagens de sorgo sobre a concentração de carboidratos solúveis.

As perdas por efluentes e recuperação de MS não foram afetadas pelos aditivos. A perda por efluentes está relacionada ao teor de MS da matéria-prima ao qual será utilizada na ensilagem, os teores de MS do sorgo e das silagens de sorgo aditivados foram superiores a 35%, fato que pode ter colaborado para menores perdas por efluentes.

Esperava-se que a recuperação de matéria seca (RMS) fosse menor para as silagens aditivadas com o inoculante, visto que a fermentação heterolática resulta em perda de energia de 1 a 2%, mas as perdas de MS dependem do substrato e da rota utilizada pelas bactérias. A fermentação de uma frutose resulta em perda de 5% de MS, mas a fermentação de uma glicose resulta em 24% de perdas (McDONALD et al., 1991), contudo não foi observada diferença da RMS entre as silagens.

## CONCLUSÃO

A silagem de sorgo Volumax possui características químicas, fermentativas e microbiológicas que garantem uma silagem de boa qualidade.

O *Lactobacillus buchneri* adicionado à silagem de sorgo é eficaz na redução da produção de etanol, reduz mofos e leveduras devido à formação do ácido acético, diminuindo as perdas por gases na silagem.

O uso da ureia como aditivo na silagem de sorgo não altera o perfil fermentativo, a população microbiana e as perdas na silagem. A combinação de ureia e *Lactobacillus buchneri* propociona melhorias nas variáveis avaliadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18.ed. Gaithersburg, 2005.

BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E.; FEYERHERM, A.M.; URBAN, J.E. ; AIMUTIS, W.R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.11, p.3066-3083, 1992.

CORSATO, J.M.; SANTORUM, M.; LESZCZYNSKI, R.; FORTES, A. M. T. Efeito alelopático do tremoço branco (*Lupinus albus* L.) sobre a germinação e crescimento inicial de alface, soja e picão-preto. **Revista Brasileira de Biociências**, v.6, n.1, p. 14-15, 2008.

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

FERNANDES, F.E.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.11, p. 2111-2115, 2009.

GONZÁLEZ, G.; RODRÍGUEZ, A.A. Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability and forage intake of tropical grasses ensiled in round bales. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.3, p.926-933, 2003.

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

KENILWORTH e WARWICKSHIRE. Silage Additives. **Dairy Co. Agriculture and Horticulture Development Board**, Stoneleigh Park, 2012.

KUNG JR., L.; RANJIT, N.K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.5, p.1149- 1155, 2001.

LONGHI, R. M.; DOMINGUES, F. N.; MATA, D. A.; OAIGEN, R. P.; CALONEGO, J. C.; ZUNDT, M. Composição bromatológica e pH da silagem de diferentes frações da parte aérea da mandioca tratada com doses crescentes de óxido de cálcio. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.4, p.337-341, 2013.

McDONALD, P., N. HENDERSON, S. J. E. HERON (eds). 1991. **The Biochemistry of Silage**. 2 ed. Chalcombe Publications, Bucks, England.

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

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

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P.R.F.; NÖRNBERG, J.L. OST, P. R.; RESTLE, J.; SANDINI, I. E.; ROMANOL, M. A. Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silos sob efeito do tamanho de partículas e da altura da colheita das plantas de milho. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 37, n. 3, p. 847-854, mai-jun, 2007.

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

OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; KROONEMAN, J.; GOTTSCHAL, J. C.; SPOELSTRA, S. F., FABER, F., DRIEHUIS, F. Anaerobic conversion o lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 67, n.1, p. 125-132, 2001.

PLAYNE, M.J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v.17, n.6, p.264-268, 1966.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; CHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana de açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.6, p. 2000-2009, 2007.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D. G., RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p. 3562-3577, 1992.

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

## **Capítulo II**

---

**Alterações químicas, microbiológicas e estabilidade aeróbia de silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri* expostas ao ar até 96 horas**

## **Alterações químicas, microbiológicas e estabilidade aeróbia de silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri* expostas ao ar até 96 horas**

### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar os efeitos da exposição ao ar sobre as características de silagem de sorgo com aditivo. Foram utilizados quatro tratamentos constituídos por: SS- silagem de sorgo sem aditivo; SSI- silagem de sorgo aditivado com inoculante *Lactobacillus buchneri* ( $10^5$  ufc/g MN); SSU- silagem de sorgo aditivado com ureia (1% MS); SSUI- silagem de sorgo com ureia (1% MS) e inoculante ( $10^5$  ufc/g MN), com três repetições. Os mini-silos foram expostos ao ar por até 96 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $4 \times 3$  (4 silagens e 3 tempos de exposição ao ar (0, 48 e 96h), os quais foram submetidos a análise de variância- SAS. Houve aumento no teor de matéria seca ( $P < 0,01$ ), redução nos teores de carboidratos não fibrosos ( $P < 0,01$ ), verificou-se um aumento no teor de MM para a SS à medida que as silagens ficaram expostas ao ar, houve um aumento no teor de MM para a SSUI, no tempo de 48 horas, e uma redução no tempo de 96 horas ( $P < 0,05$ ). Constatou-se maiores teores de PB para as SSU e a SSUI, menores teores foram encontrados para a SS e SSI ( $P < 0,05$ ). Verificou-se menores teores de PB na SSU e SSUI, para o tempo de 0 e 48 horas ( $P < 0,05$ ). Verificou-se menores teores de EE na SS, para o tempo de 48 horas e um posterior aumento, no tempo de 96 horas ( $P < 0,05$ ). Houve redução no teor de EE para SSUI, no tempo de 96 horas. O teor de fibra em detergente neutro não foi influenciado pelos aditivos e tempo de exposição ao ar ( $P = 0,42$ ). Verificou-se maior valor de pH para SSUI, menores valores de pH foram encontrados para SS e SSI, no tempo de 0 hora. No tempo de 48 e 96 horas de exposição ao ar, observaram-se maiores valores de pH para a SSU ( $P < 0,05$ ). Nos tempos de 0, 48 e 96 horas foram observados maiores valores de capacidade tampão (CT) para a SSI, os menores valores foram encontrados para a SSU. No tempo 0 hora foi observado maior teor de nitrogênio amoniacal para a SS, verificou-se menor teor para a SSI ( $P < 0,05$ ). Nos tempos de 48 e 96 horas constataram-se maiores teores de nitrogênio para a SSI e menores para a SSU ( $P < 0,05$ ). No tempo 0 hora, foram observados maiores teores de carboidratos solúveis (CS) para a SS e SSI, verificou-se menor para a SSU. No tempo de 48 horas constatou-se maior teor de CS para a SSUI. No tempo de 96 horas o maior teor de CS foi encontrado para a SSUI ( $P < 0,05$ ). Foram observados maiores concentrações de ácido lático para a SS e SSU, maiores

concentrações de ácido foram encontradas para a SSI e SSUI. Foram encontrados maiores produção de etanol para a SS e SSU. Houve menor número de bactérias ácido lácticas na SSI e na SSUI. Houve menor contagem de mofos na SSI. Houve menor número de leveduras na SSI e na silagem aditivada com ureia e inoculante. A silagem de sorgo Volumax possui características químicas, fermentativas e microbiológicas que garantem uma silagem de boa qualidade, permanecendo estável por um período de até 84 horas. A atuação do *Lactobacillus buchneri* na silagem de sorgo mostrou-se eficaz na redução de leveduras e mofos, e conseqüentemente na redução na produção de etanol e melhoria na estabilidade aeróbia, uma vez que houve aumento na concentração de ácido acético. A dose de ureia utilizada no trabalho não foi suficiente para impedir o crescimento de mofos e leveduras, apresentando um leve aumento na produção de etanol e reduzindo a estabilidade aeróbia da silagem de sorgo.

**Palavras-chave:** ácidos orgânicos, aditivos, carboidratos solúveis, pH

**Change chemical, microbiological, aerobic stability of sorghum silages  
supplemented with urea and / or *Lactobacillus buchneri* exposed to air up to 96  
hours**

**ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the effects of exposure to air on the characteristics of sorghum silage with additive. Four treatments were used: SS- sorghum silage without additive; SSI- sorghum silage supplemented with *Lactobacillus buchneri* inoculum (105 cfu / g MN); SSU- sorghum silage supplemented with urea (1% MS); SSIU- sorghum silage with urea (1% DM) and inoculant (105 cfu / g MN), with three replicates. The mini-silos were exposed to air for up to 96 hours. The experimental design was completely randomized, in a 4x3 factorial scheme (4 silages and 3 exposure times to air (0, 48 and 96h), which were submitted to analysis of variance - SAS. There was an increase in dry matter content ( $P<0.01$ ), a reduction in the non-fibrous carbohydrate contents ( $P<0.01$ ), an increase in the MM content for the SS as the silages were exposed to the air, there was an increase in the MM content for ( $P<0.05$ ). The highest levels of CP for SSU and SSUI were found, lower levels were found for SS and SSI ( $P<0.05$ ), lower levels of PB in SSU and SSUI were observed for the time of 0 and 48 hours ( $P<0.05$ ). and a subsequent increase in the time of 96 hours ( $P<0.05$ ). There was a reduction in the EE content for SSUI in the 96 hour time. The neutral detergent fiber content was not influenced by the additives and time of exposure The air ( $P=0.42$ ). There was a higher pH value for SSUI, lower pH values were found for SS and SSI, at 0 hour. At 48 and 96 hours of air exposure, higher pH values were observed for SSU ( $P<0.05$ ). In the times of 0, 48 and 96 hours were observed higher values of buffer capacity (CT) for SSI, the lowest values were found for SSU. At the time the 0 hour, a higher content of ammoniacal nitrogen was observed for SS, a lower SSI content was observed ( $P<0.05$ ). At 48 and 96 hours, nitrogen contents were higher for SSI and lower for SSU ( $P<0.05$ ). At the time 0 hour, higher levels of soluble carbohydrates (CS) were observed for SS and SSI, it was found to be lower for SSU. In the time of 48 hours a higher CS content was found for SSUI. At 96 hours the highest CS content was found for SSUI ( $P<0.05$ ). Higher concentrations of lactic acid were observed for SS and SSU, higher acetic acid concentrations were found for SSI and SSUI. Higher ethanol production was found for SS and SSU. There were fewer lactic acid bacteria in SSI and

SSUI. There was lower mold count in SSI. There was a lower number of yeasts in the SSI and in the silage added with urea and inoculant. Volumax sorghum silage has chemical, fermentative and microbiological characteristics that guarantee good quality silage, remaining stable for up to 84 hours. The action of *Lactobacillus buchneri* on sorghum silage was effective in the reduction of yeasts and molds, and consequently in the reduction of ethanol production and improvement in aerobic stability, since there was an increase in acetic acid concentration. The dose of urea used in the work was not sufficient to prevent the growth of molds and yeasts, presenting a slight increase in ethanol production and reducing the aerobic stability of sorghum silage.

**Keywords:** organic acids, additives, soluble carbohydrates, pH

## INTRODUÇÃO

As perdas na silagem de sorgo após a abertura podem ser altas, devido à presença de carboidratos solúveis residuais, que servem de substratos para leveduras, favorecendo seu crescimento, o qual produzirá etanol e reduzirá a estabilidade aeróbia das silagens.

Quando a fermentação é completada e a silagem é exposta ao ar durante a alimentação ou durante o armazenamento, o aquecimento no silo e no cocho geralmente é iniciado por leveduras e algumas bactérias aeróbias. Segundo Ranjit e Kung (2000), na maioria das silagens em que há deterioração aeróbia, ocorre um aumento da temperatura acima da temperatura ambiente como resultado da oxidação microbiana de ácidos e carboidratos solúveis em água, formando dióxido de carbono e água.

Além do aumento da temperatura, ocorre o aumento do pH, que está associado ao metabolismo dos ácidos lácticos e outros ácidos (BORREANI e TABACCO, 2010), o que facilita o desenvolvimento de clostrídios (TABACCO et al., 2009; BORREANI e TABACCO, 2010), causando perdas nas silagens.

Visando melhorar a fermentação e a estabilidade aeróbia das silagens surgiram os inoculantes microbianos, os quais podem ser classificados em bactérias homofermentativas, que produzem ácido láctico como produto final, e bactérias heterofermentativas, que produzem além do ácido láctico, o ácido acético, 1,2 propanediol, etanol e dióxido de carbono.

Dentre as bactérias heterofermentativas com potencial para melhorar a estabilidade aeróbica de silagens se destaca as *Lactobacillus buchneri*. Basso et al. (2012) avaliando silagens de milho com doses crescente de *Lactobacillus buchneri*, verificaram que os teores de ácido láctico permaneceram constantes a medida que a dose aumentou, enquanto o ácido acético aumentou. Com isso, ocorreu redução da população de leveduras e conseqüentemente, melhorou a estabilidade aeróbia de silagens de milho.

A utilização da ureia, por ser um agente alcalinizante, pode diminuir a taxa de redução do pH, desfavorecendo o desenvolvimento de leveduras, além de proporcionar ambiente favorável para o *Lactobacillus buchneri*, potencializando, dessa maneira, a ação do inoculante microbiano e melhorando a estabilidade aeróbia das silagens, tanto pelo controle das leveduras durante o processo fermentativo quanto pelo aumento da produção de ácido acético.

Objetivou-se avaliar os efeitos da exposição ao ar sobre as populações microbianas, composição química, alterações do perfil fermentativo de silagens de sorgo com aditivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização do Experimento

O híbrido de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) Volumax (AGX-213) foi plantado na Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos, pertencente à Universidade Federal da Bahia- UFBA, em uma área de aproximadamente 0,2 hectares. Para o plantio foi aplicado superfosfato simples (5 sacos de 50 kg), cloreto de potássio (1 saco) e ureia (1 saco) por hectare, e para a cobertura foi utilizado ureia (4 sacos/ha). O sorgo foi colhido quando os grãos apresentaram uma consistência pastoso/farináceo, e triturado em tamanho teórico de partícula de 2 cm em máquina forrageira estacionária.

Sobre lona plástica, ocorreu à adição de ureia no material picado, a qual foi pesada com base na matéria seca (1% MS), e distribuída a lanço sobre cada camada de forragem. O inoculante comercial *Lactobacillus buchneri* foi adicionado de acordo com a recomendação do fabricante Lallemand Brasil LTDA, na concentração de  $10^5$  ufc/g de matéria natural.

Após a adição dos aditivos, o material foi ensilado em silos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de altura, adaptados com válvula tipo Bunsen para escape de gases, e com densidade de aproximadamente 600 kg de forragem na matéria natural por  $m^3$ .

Os silos foram confeccionados em outubro de 2015 e foram acondicionados em um galpão coberto visando proteger de chuva, vento, sol e posteriormente transportados para a Universidade Federal da Paraíba, onde foram realizadas as demais análises no Laboratório de Forragicultura da Universidade Federal da Paraíba- Campus Areia, UFPB.

### Delineamento Experimental

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x3, sendo quatro tipos de aditivo: SS- silagem de sorgo sem aditivo; SSI- silagem de sorgo aditivado com inoculante *Lactobacillus buchneri* ( $10^5$  ufc/g MN); SSU- silagem de sorgo aditivado com ureia (1% MS); SSIU- silagem de sorgo com ureia (1% MS) e

inoculante ( $10^5$  ufc/g MN) e três tempos de exposição ao ar: 0, 48 e 96h. O tempo 0 h corresponde aos silos aberto após 110 dias de fermentação, com três repetições.

### **Populações microbianas e perfil fermentativo das silagens**

A avaliação microbiológica foi realizada de acordo com as recomendações de González e Rodriguez (2003), o plaqueamento foi realizado em duplicata para cada meio de cultura. As populações foram determinadas pela técnica seletiva de culturas em meio anaeróbico, utilizando o meio Ágar Rogosa para contagem de lactobacillus (após incubação de 48 horas em BOD à temperatura de 37° C), e o meio Ágar BDA (Batata Dextrose Ágar) acidificado com ácido tartárico a 1%, para contagem de leveduras e mofos (após 5 dias de incubação à temperatura ambiente). As placas consideradas susceptíveis à contagem foram aquelas em que havia valores entre 30 e 300 ufc (unidade formadora de colônia).

A determinação do pH foi realizada de acordo com a metodologia de Bolsen et al. (1992), com adaptações. A quantificação dos teores de nitrogênio amoniacal foi realizada de acordo com a metodologia de Bolsen et al. (1992).

A análise de capacidade tampão foi realizada conforme descrito por Playne e McDonald (1966). Para a determinação dos carboidratos solúveis totais (CS) utilizou-se o método do ácido sulfúrico concentrado, descrito por Dubois et al. (1956), com adaptações de Corsato et al. (2008). Os teores de CS foram calculados em  $g \times 100 mL^{-1}$ , com base na solução e posteriormente, ajustado com base na matéria seca de cada amostra utilizada. A análise de ácidos orgânicos foi realizada por cromatografia líquida de alta resolução, de acordo com a metodologia de Kung Jr e Ranjit (2001).

### **Análises Bromatológicas**

Foi retirada uma amostra do Sorgo Volumax (*Sorghum bicolor* AGX-213) *in natura* e foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA para análise da composição bromatológica (Tabela 1).

Foram coletadas amostras de cada tratamento nos tempo 0, 48 e 96 horas de exposição ao ar, para a avaliação da composição bromatológica, as quais foram submetidas a pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar por um período de 72h a 55°C, as amostras foram moídas a 1mm, em moinho de faca tipo Willey, e posteriormente foram realizadas análise de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO),

extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), de acordo com metodologia 934.01; 942.05; 920.39; 968.06; respectivamente, conforme descrito pela AOAC (2005). Para determinação da fibra em detergente neutro (FDN) utilizou a metodologia descrita por Mertens (2002). Os carboidratos não fibrosos foram estimados pelas equações de Sniffen et al. (1992), através da fórmula:  $CNF = 100 - (MM + PB + EE + FDN)$ .

**Tabela 1.** Composição química do sorgo Volumax (*Sorghum bicolor* AGX-213) in natura

<b>Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)</b>	
MS (%)	33,14
MO <sup>1</sup>	96,54
MM <sup>1</sup>	3,46
EE <sup>1</sup>	4,48
PB <sup>1</sup>	4,69
FDN <sup>1</sup>	61,55
CNF <sup>1</sup>	25,82
CS <sup>1</sup>	16,43

MS- Matéria seca; MO- matéria orgânica; MM- matéria mineral; EE- extrato etéreo; PB- proteína bruta; FDN- fibra em detergente neutro; CNF- carboidrato não fibroso; CS- carboidratos solúveis; 1- 1% MS;

### **Estabilidade aeróbia**

Os mini-silos foram abertos aos 110 dias, foi padronizado 1 kg de silagem de cada tratamento e suas repetições, nos quais foram transferidos para outros mini-silos maiores onde permanecerem expostas ao ar, em temperatura ambiente controlada (25°C), por um período de até 96 horas.

A mensuração da temperatura foi realizada a cada 1 hora de exposição ao ar (0 a 96 horas) sendo aferidas três temperaturas: ambiente (com auxílio de um termômetro suspenso ao ar), superficial (utilizando um termômetro infravermelho digital) e interna (através de um termômetro de mercúrio utilizado a 10 cm dentro da massa ensilada).

Foram realizadas três medições em pontos diferentes dentro dos mini-silos, a fim de ter um resultado homogêneo, e posteriormente realizada uma média. A estabilidade aeróbia foi calculada pelo número de horas (até 96 horas) em que a silagem se manteve estável antes de atingir 2°C acima da temperatura ambiente, de acordo com a técnica usada por Taylor et al. (2002). Foi calculada a amplitude térmica (°C), a partir da diferença entre a temperatura máxima e temperatura mínima. Foi registrado a temperatura máxima (°C) das silagens.

## **Análises Estatísticas**

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x3 (4 aditivos e 3 tempos de exposição ao ar (0, 48 e 96h)), os quais foram submetidos a análise de variância- SAS, e quando apresentados diferenças significativas foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para as variáveis em que o efeito de interação foi significativo, o mesmo foi desdobrado, sendo avaliado o efeito de cada silagem dentro de cada tempo de exposição ao ar, através do teste de Tukey a 5% de significância.

O modelo utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + PF_j + (S_i \times PF_j)_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Onde:

$Y_{ij}$  = resposta observada;

$\mu$ : média geral;

$S_i$ : efeito das silagens;

$PF_j$ : tempo de exposição j, j (0, 48 e 96 horas);

$(S_i \times PF_j)_{ij}$ : efeitos da interação entre as silagens e o período de fermentação;

$\epsilon_{ij}$ : erro aleatório associado a cada observação;

Os dados referentes às populações microbianas foram transformados em log 10, e foi utilizada análise descritiva, visto que as amostras foram agrupadas para cada tratamento.

## **RESULTADOS**

Houve interação entre o tempo de exposição ao ar e os aditivos ( $P < 0,05$ ) para os teores de matéria mineral (MM), teores de proteína bruta (PB) e teores de extrato etéreo (EE) (Tabela 2).

Observou-se maior teor de matéria seca (MS) para a SSUI ( $P < 0,01$ ), foi verificado menores teores de MS para a SS e SSI. Os tempos de exposição ao ar influenciaram o teor de MS ( $P < 0,01$ ), observando-se maior teor de MS no tempo de exposição ao ar de 96 horas (Tabela 2).

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) e os carboidratos não fibrosos (CNF) não foram influenciados pelos aditivos, ( $P = 0,42$ ) e ( $P = 0,19$ ), respectivamente. Os tempos de exposição ao ar não afetaram ( $P = 0,08$ ) os teores de FDN, contudo

influenciaram os teores de CNF ( $P=0,02$ ), foi observado maior teor de CNF no tempo de 0 hora de exposição ao ar, os teores de CS diminuíram à medida que as silagens ficaram expostas ao ar (Tabela 2).

**Tabela 2.** Composição química das silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano abertas com 110 dias e expostas ao ar por 0, 48 e 96 horas

Variável (%)	Silagens				Tempo de exposição ao ar			EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>		
	SS	SSI	SSU	SSUI	0	48	96		Silagens	Tempo	S x T <sup>3</sup>
MS	39,41b	40,19b	41,19ab	41,46a	40,02b	40,20b	41,48a	0,40	<0,01	<0,01	0,96
MM	4,12	4,17	4,11	4,08	4,00	4,22	4,15	0,06	0,76	0,02	0,03
PB	5,11	5,08	5,79	5,58	5,20	5,23	5,75	0,09	<0,01	<0,01	0,02
EE	1,55	1,85	1,97	1,92	2,00	1,68	1,79	0,15	0,28	0,28	0,02
FDN	64,64	66,22	66,41	66,46	66,55	66,13	67,12	0,83	0,42	0,08	0,33
CNF	24,57	23,67	21,96	21,95	24,99a	22,74ab	21,39b	0,93	0,19	0,02	0,89

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; MS- matéria seca; MM- matéria natural; PB- proteína bruta; EE- extrato etéreo; FDN- fibra em detergente neutro; CNF-carboidrato não fibroso; EPM<sup>1</sup> = Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup> = Probabilidade significativa ao nível de 5%; Int<sup>3</sup> = Interação entre as silagens e os tempos de exposição ao ar; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

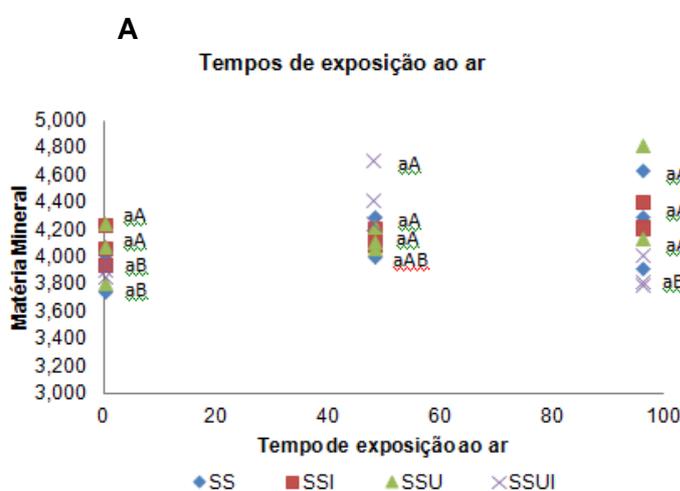
No tempo de 0 hora de exposição ao ar, não foi observado diferença do teor de matéria mineral (MM) entre as silagens ( $P>0,05$ ). No tempo de 48 horas de exposição ao ar, não foi observado diferença do teor de MM entre as silagens ( $P>0,05$ ). No tempo de 96 horas de exposição ao ar, não foi observado diferença do teor de MM entre as silagens ( $P>0,05$ ) (Figura 1-A).

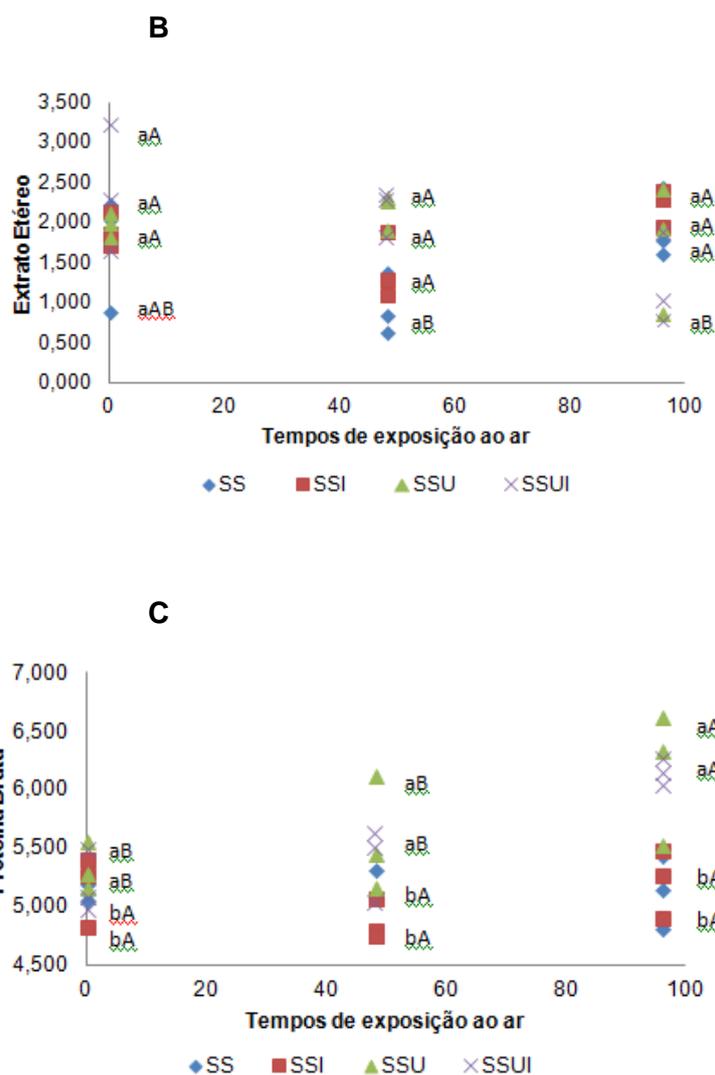
Dentre os tempos de exposição ao ar houve diferença nos teores de MM para cada silagem. Verificou-se um aumento no teor de MM para a SS à medida que as silagens ficaram expostas ao ar. Houve um aumento no teor de MM para a SSUI, no tempo de 48 horas, e uma redução no tempo de 96 horas ( $P<0,05$ ). Na SSI e SSU não foram encontradas diferenças entre os tempos de exposição ao ar (Figura 1- A).

No tempo de 0 hora de exposição ao ar, não foi observado diferença do teor de extrato etéreo (EE) entre as silagens ( $P>0,05$ ). No tempo de 48 horas de exposição ao ar não foi observado diferença do teor de EE entre as silagens ( $P>0,05$ ). No tempo de 96 horas de exposição ao ar, não foi observado diferença do teor de EE entre as silagens ( $P>0,05$ ) (Figura 1-B).

Dentre os tempos de exposição ao ar houve diferença nos teores de EE para cada silagem. Verificou-se menores teores de EE na SS, para o tempo de 48 horas e um posterior aumento, no tempo de 96 horas ( $P<0,05$ ). Houve redução no teor de EE para SSUI, no tempo de 96 horas ( $P<0,05$ ). Na SSI e SSU não foram encontradas diferenças entre os tempos de exposição ao ar (Figura 1- B).

**Figura 1.** Valores médios de interação entre os aditivos e os tempos de exposição ao ar. A- Matéria Mineral (%MS); B- Extrato Etéreo (%MS). C- Proteína Bruta (%MS).





Letras minúsculas diferem entre as silagens dentro do tempo de exposição ao ar;  
 Letras maiúsculas diferem entre os tempos de exposição ao ar dentro de cada silagem;

Nos tempos de 0, 48 e 96 horas de exposição ao ar, foram observados diferenças dos teores de proteína bruta (PB) entre as silagens ( $P < 0,05$ ). Constatou-se maiores teores de PB para as SSU e a SSUI, menores teores foram encontrados para a SS e SSI (Figura 1-C).

Dentre os tempos de exposição ao ar houve diferença nos teores de PB para cada silagem. Verificou-se menores teores de PB na SSU e SSUI, para o tempo de 0 e 48 horas ( $P < 0,05$ ), na SS e SSI não foram encontradas diferenças ( $P > 0,05$ ) (Figura 1- C).

Houve interação ( $P < 0,01$ ) para as variáveis de perfil fermentativo das silagens (Tabela 3). No tempo de 0 hora de exposição ao ar, foi observado diferença para os valores de pH entre as silagens ( $P < 0,05$ ). Verificou-se maior valor de pH para SSUI, menores valores de pH foram encontrados para SS e SSI. No tempo de 48 e 96 horas de

exposição ao ar, observaram-se maiores valores de pH para a SSU ( $P < 0,05$ ) (Figura 2- A).

Dentre os tempos de exposição ao ar, houve diferença nos valores de pH para cada silagem. Verificou-se um aumento dos valores de pH para todas as silagens, a medida que as silagens ficaram expostas ao ar ( $P < 0,05$ ), exceto para SSUI que não foram encontradas diferenças (Figura 2- A).

Nos tempos de 0, 48 e 96 horas foram observados maiores valores de capacidade tampão (CT) para a SSI, os menores valores foram encontrados para a SSU (Figura 2- B).

Dentre os tempos de exposição ao ar, houve diferença nos valores de CT para cada silagem. Verificou-se uma redução nos valores de CT para SS e SSU à medida que as silagens ficaram expostas ao ar ( $P < 0,05$ ). Observou-se um aumento no valor de CT para SSI, à medida que ficou exposta ao ar ( $P < 0,05$ ). Observou-se um aumento no valor de CT para a SSUI no tempo de 48 horas e uma posterior redução, no tempo de 96 horas (Figura 2- B).

No tempo 0 hora foi observado maior teor de nitrogênio amoniacal para a SS, verificou-se menor teor de nitrogênio para a SSI ( $P < 0,05$ ). Nos tempos de 48 e 96 horas constataram-se maiores teores de nitrogênio para a SSI e menores valores de nitrogênio para a SSU ( $P < 0,05$ ) (Figura 2- C).

Dentre os tempos de exposição ao ar, houve diferença nos teores de nitrogênio amoniacal para cada silagem. Verificaram-se um aumento nos teores de nitrogênio para as silagens, no tempo de 48 horas, e uma posterior redução nos teores de nitrogênio amoniacal, no tempo de 96 horas ( $P < 0,05$ ) (Figura 2- C).

No tempo 0 hora, foram observados maiores teores de carboidratos solúveis (CS) para a SS e SSI, verificou-se menor teor de CS para a SSU ( $P < 0,05$ ). No tempo de 48 horas constatou-se maior teor de CS para a SSUI ( $P < 0,05$ ). No tempo de 96 horas o maior teor de CS foi encontrado para a SSUI ( $P < 0,05$ ) (Figura 2- D).

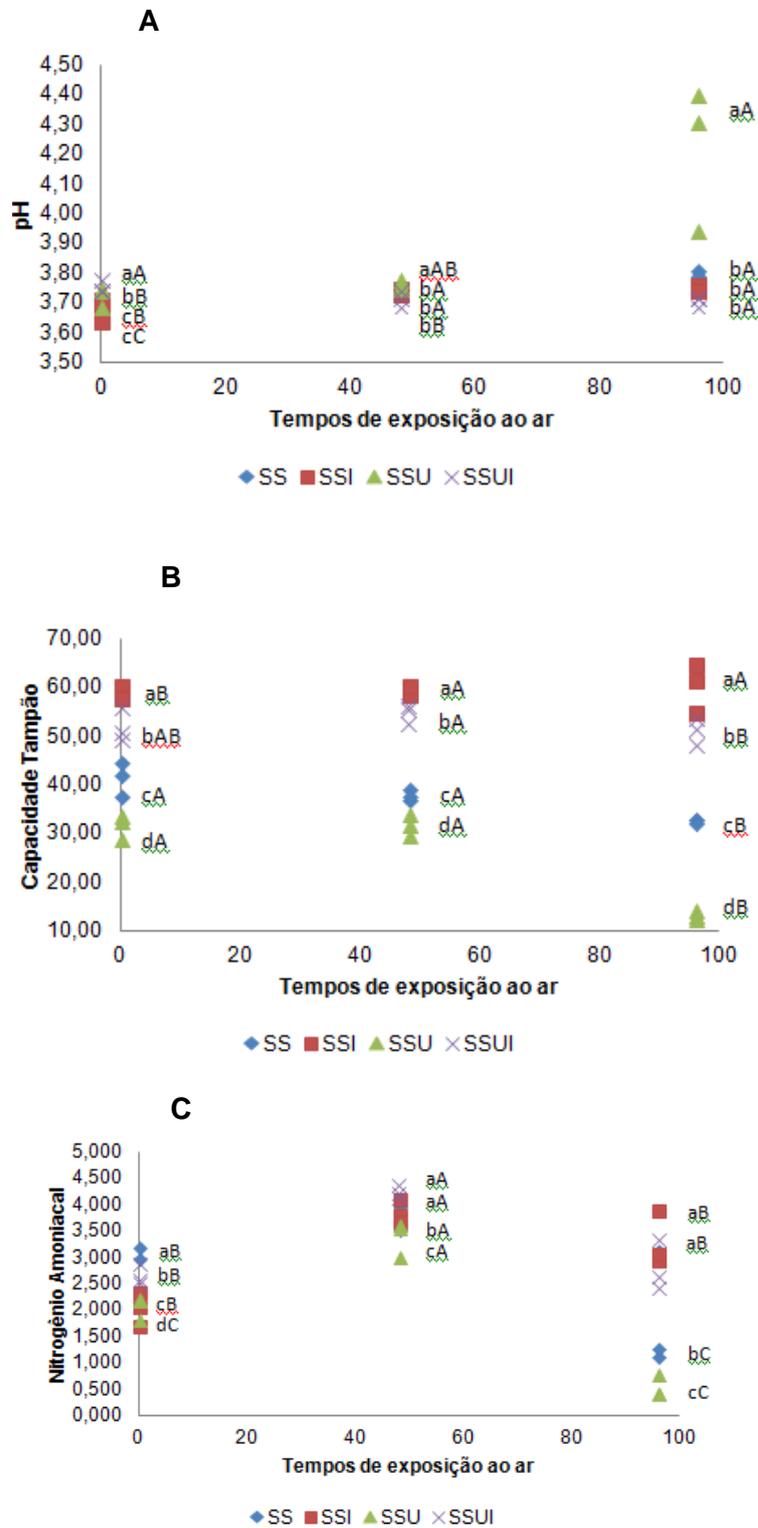
Dentre os tempos de exposição ao ar, houve diferença nos teores de CS para cada silagem. Observou-se que para a SSI, SSU e SSUI os teores de CS aumentaram com o decorrer do tempo de exposição ao ar. Na SS houve um aumento no teor de CS para o tempo de 48 horas e uma diminuição posteriormente, no tempo de 96 horas (Figura 2- D).

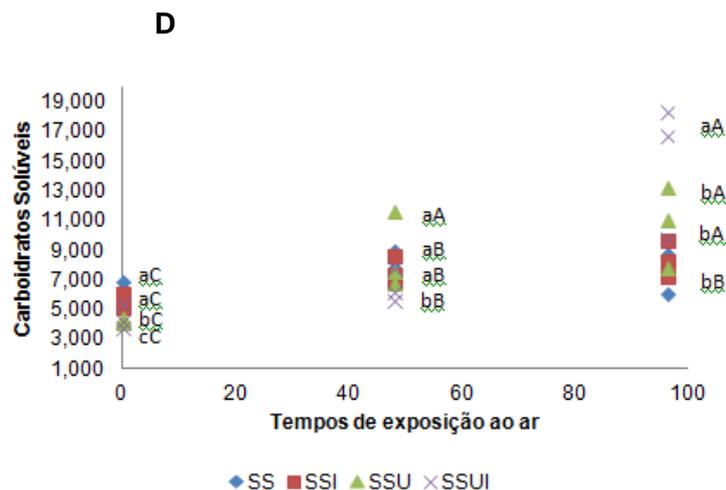
**Tabela 3.** Perfil fermentativo das silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano abertas com 110 dias e expostas ao ar por 0, 48 e 96 horas

Variável	Silagens				Tempo de exposição ao ar			EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>		
	SS	SSI	SSU	SSUI	0	48	96		Silagens	Tempo	S x T <sup>3</sup>
pH	3,73	3,72	3,93	3,76	3,71	3,73	3,88	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
CT (e.mg)	37,27	60,32	25,60	52,84	46,05	46,02	39,95	0,79	<0,01	<0,01	<0,01
N-NH <sub>3</sub> (%Ntotal)	2,58	3,06	2,01	3,23	2,39	3,82	1,95	0,11	<0,01	<0,01	<0,01
CS (% MS)	5,82	4,91	4,18	3,31	5,19	6,49	1,98	0,22	<0,01	<0,01	<0,01

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante. pH- potencial hidrogeniônico; CT- capacidade tampão; N-NH<sub>3</sub>- nitrogênio amoniacal; CS- carboidratos solúveis; EPM<sup>1</sup> = Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup> = Probabilidade significativa ao nível de 5%; Int<sup>3</sup> = Interação entre as silagens e os tempos de exposição ao ar; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Figura 2.** Valores médios de interação entre os aditivos e os tempos de exposição ao ar. A- pH. B- Capacidade Tampão (e.mg). C- Nitrogênio Amoniacal (%N Total). D- Carboidratos Solúveis (%MS).





Letras minúsculas diferem entre os tratamentos dentro do tempo de exposição ao ar;  
Letras maiúsculas diferem entre os tempos de exposição ao ar dentro de cada tratamento;

Houve interação ( $P < 0,01$ ) para o ácido láctico, o ácido acético e etanol (Tabela 4). Nos tempos 0 e 48 horas foram observados maiores concentrações de ácido láctico para a SS, as menores concentrações foram encontradas para a SSI ( $P < 0,05$ ). No tempo de 96 horas constatou-se menor concentração de ácido láctico para a SSU ( $P < 0,05$ ). (Figura 3- A).

Dentre os tempos de exposição ao ar, houve diferença nas concentrações do ácido láctico para cada silagem. Observaram-se que para o SS, SSU e SSUI as concentrações de ácido láctico aumentaram com 48 horas e depois diminuíram, no tempo de 96 horas, para uma concentração menor que o tempo de 0 hora. Na SSI a concentração do ácido láctico foi decrescendo com o aumento do tempo de exposição ao ar (Figura 3- A).

**Tabela 4.** Teor de ácidos orgânicos e etanol das silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano abertas com 110 dias e expostas ao ar por 0, 48 e 96 horas

Variável (%MS)	Silagens				Tempo de exposição ao ar			EPM <sup>3</sup>	P-Valor <sup>1</sup>		
	SS	SSI	SSU	SSUI	0	48	96		Silagens	Tempo	S x T <sup>3</sup>
Ac. Láctico	3,73	2,15	2,71	2,84	3,23	3,31	2,04	0,05	<0,01	<0,01	<0,01
Ac. Acético	0,59	1,95	0,49	1,70	1,46	1,33	0,75	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Etanol	0,48	0,36	0,42	0,27	0,34	0,47	0,34	0,01	<0,01	<0,01	<0,01

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; P-Valor<sup>1</sup> = Probabilidade significativa ao nível de 5%; Int<sup>2</sup>= Interação entre as silagens e os tempos de exposição ao ar; EPM<sup>3</sup>= Erro Padrão da Média. Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No tempo 0 hora, foram observados maiores concentrações de ácido acético para a SSI e SSU, verificou-se menor concentração para a SS ( $P < 0,05$ ). Nos tempos de 48 e 96 horas

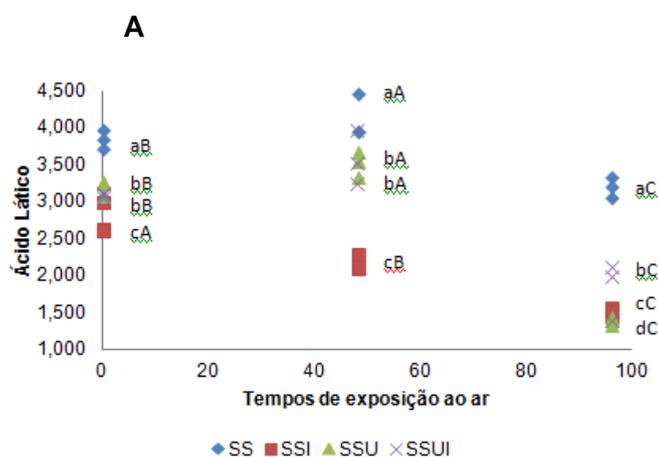
constaram-se maiores concentrações para a SSI, menores concentrações de ácido acético para a SSU ( $P < 0,05$ ) (Figura 3- B).

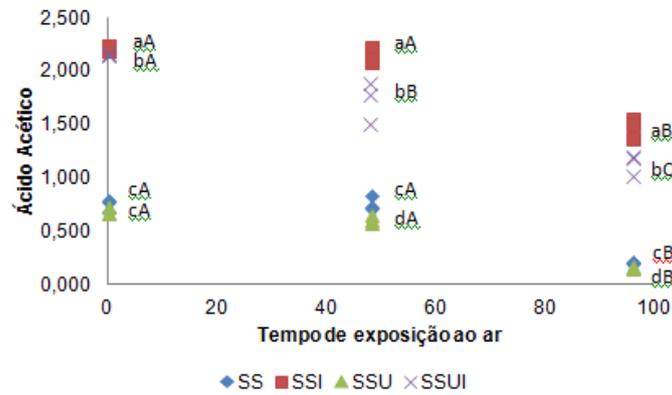
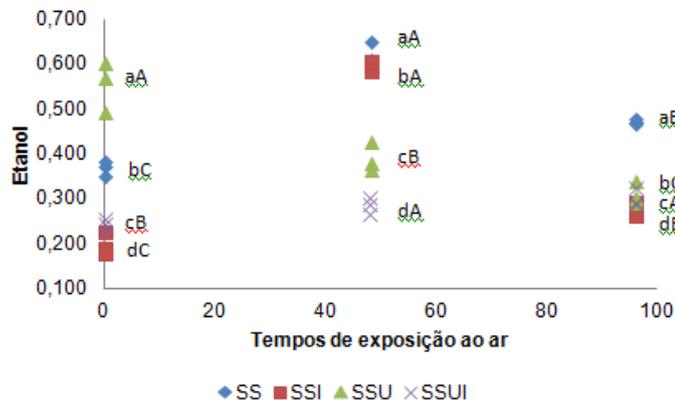
Dentre os tempos de exposição ao ar, houve diferença nas concentrações do ácido acético para cada silagem. Observaram-se menores concentrações de ácido acético para todas as silagens, à medida que ficaram expostas ao ar ( $P < 0,05$ ) (Figura 3- B).

No tempo 0 hora, foi observado maior concentração de etanol para a SSU, verificou-se menor concentração para a SSI ( $P < 0,05$ ). No tempo de 48 horas, constatou-se maior concentração de etanol para a SS, menor concentração de etanol foi encontrado para SSUI ( $P < 0,05$ ). No tempo de 96 horas, verificou-se maior concentração de etanol para a SS, menor concentração de etanol foi encontrado para SSI (Figura 3- C).

Dentre os tempos de exposição ao ar, houve diferença nas concentrações de etanol para cada silagem. Observaram-se maiores concentrações de etanol para o tempo de 48 horas nas SS, SSI e SSUI, e uma posterior redução, no tempo de 96 horas. Na SSU a concentração de etanol diminuiu ao decorrer do tempo de exposição ao ar ( $P < 0,05$ ) (Figura 3- C).

**Figura 3.** Valores médios de interação entre os aditivos e os tempos de exposição ao ar. A- Ácido Lático (%MS). B- Ácido Acético (%MS). C- Etanol (%MS).



**B****C**

Letras minúsculas diferem entre os tratamentos dentro do tempo de exposição ao ar;  
 Letras maiúsculas diferem entre os tempos de exposição ao ar dentro de cada tratamento;

Foi observado um número menor de bactérias do gênero lactobacillus (BAL) em todas as silagens para o tempo de 48 horas de exposição ao ar. Verificou-se um número maior das BAL para o tempo de 96 horas de exposição ao ar (Tabela 5).

Observou-se um maior número de mofos para a SS e SSUI para o tempo de 48 horas de exposição ao ar, verificou-se um número menor de mofos para a SSI e SSU para o tempo de 48 horas. Constatou-se maior contagem dos mofos para a SS, SSU e SSUI para o tempo de 96 horas, não foi encontrado mofos na SSI (Tabela 5).

Foi observado um número menor de leveduras para a SS, SSI e SSUI, no tempo de 48 horas de exposição ao ar, o tempo de 96 horas constatou-se um maior número de leveduras para todas as silagens (Tabela 5).

**Tabela 5.** Contagem de populações microbianas em silagens de sorgo aditivadas com ureia e inoculante microbiano expostas ao ar por até 96 horas

Tempos de exposição ao ar	Silagens			
	SS	SSI	SSU	SSUI
	<b>Bactérias ácido lácticas (log ufc/g forragem)</b>			
0	8,34	8,30	8,16	7,85
48	4,86	4,07	5,43	Nd <sup>1</sup>
96	5,61	6,48	6,48	4,44
	<b>Mofos (log ufc/g forragem)</b>			
0	2,91	3,63	3,70	3,55
48	2,97	3,43	3,36	3,86
96	4,82	Nd	7,75	5,12
	<b>Leveduras (log ufc/g forragem)</b>			
0	2,64	3,08	3,50	2,65
48	1,48	3,06	4,26	2,45
96	5,56	5,48	6,30	4,48

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; Nd<sup>1</sup>= não detectado.

Observou-se que a silagem de sorgo com ureia (SSU) apresentou uma maior temperatura interna máxima das silagens, superando a silagem de sorgo sem aditivo. A SSUI apresentou uma menor temperatura interna. A amplitude térmica também foi maior para a SSU e menor para a SSUI. Verificou-se que a estabilidade aeróbia foi quebrada, em 62 horas, para a SSU e uma maior estabilidade foi encontrada para a SSUI, seguida da SSI e SS (Tabela 6).

**Tabela 6.** Valores médios de temperatura máxima interna dos mini-silos (°C), amplitude térmica e estabilidade aeróbia (horas) das silagens expostas ao ar por 96 horas

Silagens	Temperatura	Amplitude	Estabilidade	EPM <sup>1</sup>
	Máxima (°C)	Térmica (°C)	Aeróbia (horas)	
SS	30,93	6,0	84	0,02
SSI	28,40	3,8	84	0,54
SSU	43,00	18,0	62	0,54
SSUI	27,80	2,6	86	0,86

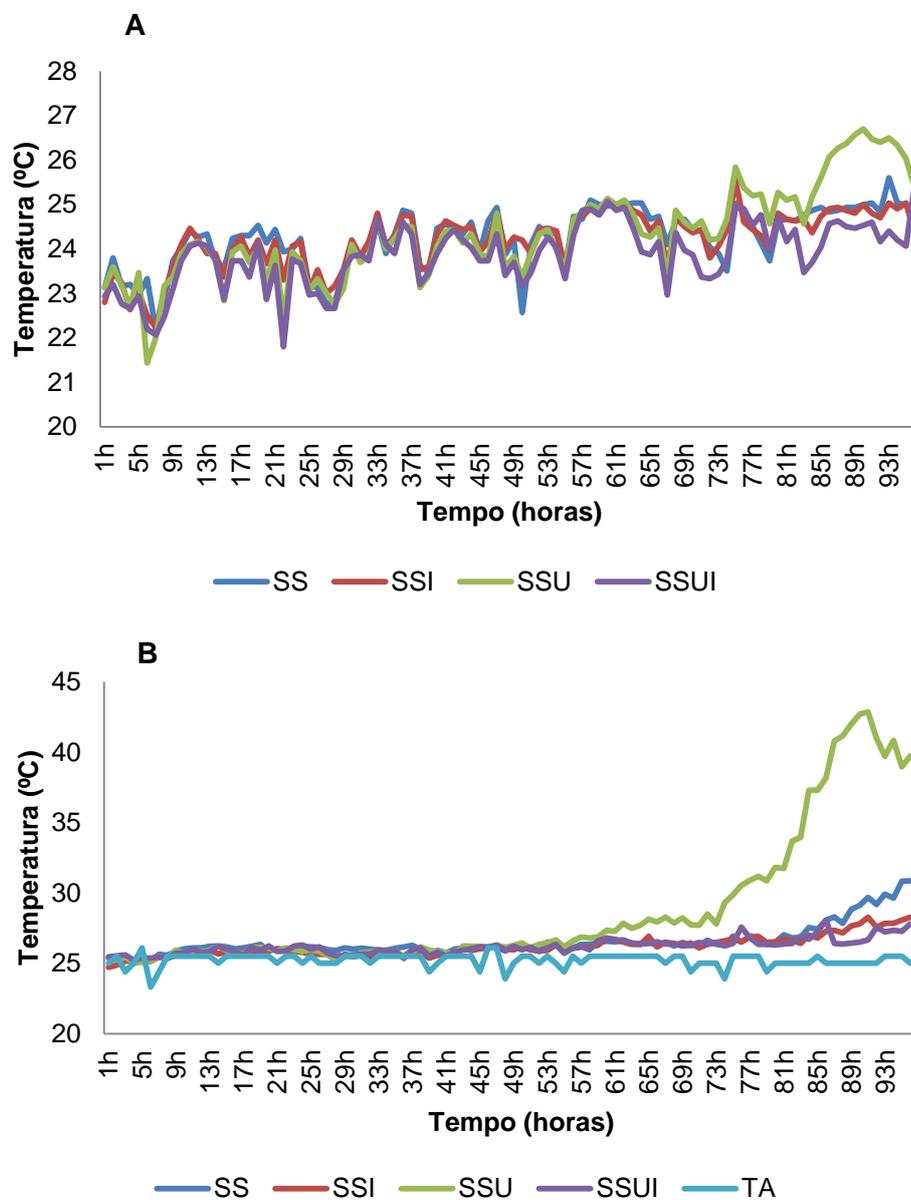
SS- Silagem de Sorgo; SSI- Silagem de Sorgo com Inoculante; SSU- Silagem de Sorgo com Ureia; SSUI- Silagem de Sorgo com ureia e inoculante; EPM<sup>1</sup> Erro padrão da média

A temperatura superficial das silagens ficou dentro da temperatura que é considerável estável, 25°C (<2°C), variando de 21,43°C a 26,47°C, pode-se perceber que a silagem de sorgo aditivada com ureia apresentou um aumento de temperatura superficial a partir de 75

horas, chegando a 26,70°C, contudo está dentro da variação dos 2°C. A silagem de sorgo aditivada com ureia e inoculante apresentou menores temperaturas superficiais (Figura 4-A).

Verificou-se que a temperatura interna permaneceu estável por até 86 horas para a SSUI, a SS e SSI permaneceram estáveis por até 82 horas e a SS permaneceu estável somente por 62 horas de exposição ao ar (Figura 4-B).

**Figura 4.** Estabilidade aeróbia das silagens de sorgo aditivadas com ureia e inoculante microbiano. A- Temperatura Superficial. B- Temperatura Interna e Temperatura Ambiente



SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; TA- Temperatura Ambiente;

## DISCUSSÃO

A silagem de sorgo sem aditivo apresentou um menor teor de matéria seca (MS), contudo ocorreu um aumento da MS e da MM à medida que a silagem foi exposta ao ar. Não houve efeito para a PB, o EE, a FDN e os CNF. Porém para os tempos de exposição ao ar, os teores de CNF diminuíram. O aumento no teor de MS está associado a perdas na fermentação decorrentes da produção de água, gás e calor, ou por efluentes (VAN SOEST, 1994), o aumento nos teores de MM está relacionado com o consumo dos CNF quando a silagem é exposta ao ar, onde se encontram os nutrientes mais digestíveis, ocorrendo uma diminuição da matéria orgânica, e conseqüentemente aumentando a matéria mineral (ASHBELL, 1995).

A silagem de sorgo sem aditivo apresentou menor valor de pH, menor valor de capacidade tampão, teores de nitrogênio amoniacal maior para o tempo de 48 horas de exposição ao ar e uma posterior redução a 96 horas, e maiores teores de carboidratos solúveis. Foi encontrado maiores concentrações de ácido láctico, menores concentrações de ácido acético e uma produção de etanol variando de 0,4 a 0,6% MS.

O maior teor de CS no momento da abertura associado a maior concentração de ácido láctico e um menor valor de pH, propicia a proliferação de leveduras e mofos, uma vez que os CS residuais e o ácido láctico servem de substratos para esses microrganismos indesejáveis, acentuando a sua multiplicação quando a silagem é exposta ao ar, ocorrendo maior produção de etanol e conseqüentemente perdas por gases, reduzindo a estabilidade aeróbia dessas silagens. De acordo com McDonald (1991), a atividade metabólica das leveduras também implica em aumento do pH, devido ao consumo de ácido láctico, valores de pH próximos de 5 a 6 permite o desenvolvimento dos fungos e bactérias encontrados nas silagens expostas a deterioração aeróbia.

Contudo, apesar da silagem de sorgo sem aditivo ter apresentando maiores teores de CS e concentração de ácido láctico, e menor valor de pH, devido a menor capacidade tampão, o número de mofos e leveduras foram menores que a silagem aditivada com ureia, com isso a produção de etanol não foi demaseada, mesmo que tenha apresentado valores um pouco mais alto que as demais silagens.

A temperatura máxima e a amplitude térmica do interior da silagem sem aditivo foi superior às silagens aditivadas com inoculante e com os dois aditivos associados, porém foi menor quando comparada a silagem aditivada com ureia. A estabilidade aeróbia foi semelhante à silagem de sorgo com o inoculante e apresentou melhor estabilidade que a

silagem de sorgo com ureia, uma vez que essa silagem necessitou de maior tempo para apresentar deterioração aeróbia. O aumento da temperatura na silagem é um indicativo de deterioração, visto que ocorrem intensas reações promovidas por fungos filamentosos, leveduras e bactérias aeróbias (AMARAL et al., 2008). Era esperado que essa silagem apresentasse uma menor estabilidade aeróbia devido às características apresentadas, no entanto, vale ressaltar que esse comportamento foi observado por até 96 horas (4 dias) de exposição ao ar, é possível que a partir de um maior tempo de exposição ocorra maior número de leveduras e mofos e conseqüentemente aumente as perdas e a deterioração das silagens, diminuindo a estabilidade aeróbia. Como foi observado por Gerlach et al. (2013), que na abertura dos silos todas as silagens apresentaram baixas concentrações de leveduras, fungos e bactérias aeróbias. No entanto, houve um rápido crescimento de leveduras até o dia 8, sendo mais acentuado a partir do dia 4.

A silagem de sorgo aditivada com *Lactobacillus buchneri* apresentou teor de MS mais baixo, contudo esses teores aumentaram à medida que ficaram expostas ao ar, não apresentando efeito para MM, EE, FDN e CNF, todavia para os tempos de exposição ao ar, os teores de CNF diminuíram. Os teores de PB foram menores que as silagens aditadas com ureia, no entanto não houve diferença em relação aos tempos de exposição ao ar. A redução dos CNF nessa silagem demonstra a utilização dos carboidraos solúveis (CS) pelos microrganismos à medida que a silagem foi exposta ao ar.

Observou um menor valor de pH, um maior valor de capacidade tampão, um teor de nitrogênio amoniacal maior para o tempo de 48 horas e uma posterior redução, assim como um maior teor de CS para o tempo de 48 horas e uma redução no tempo de 96 horas. Apresentou menor concentração de ácido láctico e maior concentração de ácido acético, no entanto essas concentrações diminuíram ao longo do tempo de exposição ao ar. Ocorreu diminuição na produção de etanol, com um aumento às 48 horas e uma posterior diminuição.

Apesar de ter apresentando alta capacidade tampão, o valor de pH foi baixo, o que não era esperado, visto que o *Lactobacillus buchneri* produz além de ácido láctico, ácido acético que eleva o pH das silagens, tamponando o meio, evitando a proliferação de leveduras e mofos, e conseqüentemente reduzindo as perdas por gases, através da produção de etanol, melhorando a estabilidade aeróbia das silagens. Não é desejável alta capacidade tampão no momento da abertura, uma vez que pH maiores que 4,5 deixam o meio propício para proliferação de outros microrganismos deteriorantes, como os *Bacillus* spp, além dos clostrídeos e enterobactérias. O ideal é que ocorra a redução do pH, através da produção de ácido láctico, para que a ocorra fermentação adequada na silagem.

Os teores mais altos de CS presentes na silagem de sorgo com o inoculante no momento da abertura, quando comparados a silagem de sorgo com ureia e a associação dos dois aditivos, demonstrou que existia CS residuais disponíveis para os microrganismos indesejáveis proliferarem, contudo a concentração de ácido lático foi reduzida, sendo inversamente proporcional a concentração de ácido acético, o que colaborou para controlar a produção de mofos e leveduras, diminuindo a produção de etanol.

A temperatura máxima e a amplitude térmica encontrada nessa silagem demonstram que esta se apresentou estável ao longo do tempo de exposição ao ar, com pequenas variações de temperatura, o que refletiu no maior tempo de estabilidade quando comparado à silagem de sorgo aditivado com ureia, indicando que a adição do inoculante pode auxiliar no retardamento das reações que provocam o aquecimento da massa ensilada, no entanto, a silagem sem aditivo apresentou estabilidade aeróbia semelhante. De acordo com Jobim et al. (2007), a temperatura ambiente, o tempo de exposição ao ar, as concentrações de carboidratos solúveis e ácidos orgânicos em interação com o pH, são os parâmetros que mais afetam a estabilidade das silagens durante a fase de utilização.

A silagem de sorgo aditivada com ureia apresentaram teores mais elevados de matéria seca e de proteína bruta, não houve efeito para a MM, o EE, a FDN e os CNF, contudo os teores de CNF diminuíram ao longo do tempo de exposição ao ar. A adição de 1% de ureia na silagem não foi suficiente para evitar as perdas por gases e calor, uma vez que os teores de MS aumentaram ao longo do tempo de exposição ao ar. Não foi observado efeito ação da ureia sobre os teores de FDN, solubilizando, principalmente a hemicelulose, provavelmente a ausência desse efeito está relacionada com a rápida e eficiente incorporação da amônia à massa ensilada, em função da elevada acidez e, dessa maneira, a amônia seria neutralizada no silo, não promovendo a ação de hidrólise alcalina.

Verificou-se valor de pH mais alto, menor valor de capacidade tampão, menor teor de nitrogênio amoniacal, menor teor de CS, com um aumento a 48 horas e uma diminuição a 96 horas. Ocorreu maior concentração de ácido lático e menor concentração de ácido acético e uma produção de etanol maior que a silagem de sorgo com inoculante. Apesar do pH um pouco mais alto nessa silagem, o 1% de ureia adicionado a matéria seca não foi eficiente para tamponar o meio, uma vez que a capacidade tampão foi menor, provavelmente isso aconteceu pela incorporação de grande parte da amônia à massa ensilada.

Mesmo apresentando menores teores de carboidratos solúveis residuais nas silagens de sorgo aditivada com ureia, ocorreu a proliferação de mofos e leveduras, o que pode estar associada a maior concentração de ácido lático, que também serve de substrato para esses

microrganismos. Tabacco et al. (2011) e Carvalho et al. (2014) também verificaram redução do ácido láctico associado ao aumento da população de leveduras em silagens expostas ao oxigênio. A presença das leveduras é indesejável devido ao consumo de açúcares e liberação de CO<sub>2</sub>, ocasionando perda de matéria seca e produção de calor, provocando aumento de produtos da reação de “Maillard” (JOBIM et al., 1997). A produção de etanol está associada ao número de leveduras encontradas nessa silagem, que foi maior que as demais silagens.

A temperatura máxima e a amplitude térmica encontrada nessa silagem demonstram que ocorreu deterioração ao logo do tempo de exposição ao ar, refletindo em um aumento de temperatura, chegando a mais de 40°C, reduzindo a estabilidade aeróbia, uma vez que em 62 horas de exposição ao ar começou o aumento de temperatura. Demonstrando que a associação de ureia na silagem de sorgo não apresentou resultados positivos na redução de mofos, leveduras e na estabilidade aeróbia.

## CONCLUSÃO

A silagem de sorgo Volumax possui características químicas, fermentativas e microbiológicas que garantem uma silagem de boa qualidade, permanecendo estável por um período de 84 horas.

A atuação do *Lactobacillus buchneri* na silagem de sorgo mostrou-se eficaz na redução de leveduras e mofos, e conseqüentemente redução na produção de etanol e melhoria na estabilidade aeróbia, uma vez que houve aumento na concentração de ácido acético. No entanto seu efeito pode ser mais expressivo em silagens que possuem maiores teores de carboidratos solúveis.

A dose de ureia utilizada no trabalho não foi suficiente para impedir o crescimento de mofos e leveduras, apresentando um leve aumento na produção de etanol e reduzindo a estabilidade aeróbia da silagem de sorgo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.977-983, 2008.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18.ed. Gaithersburg, 2005.
- ASHBELL, G. **Basic principles of preservation of forage, by-products and residues as silage or hay**. Bet Dagan, Israel: Agricultural Research Organization, 1995. 58p.
- BASSO, F. C.; BERNARDES, T. B.; ROTH, A. P. T. P.; LODO, B. N., BERCHIELLI, T. T., REIS, R. A. Fermentation and aerobic stability of corn silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7, p.1789-1794, 2012.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E.; FEYERHERM, A. M., URBAN, J. E., AIMUTIS, W. R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.11, p.3066-3083, 1992.
- BORREANI G.; TABACCO E. The relationship of silage temperature with the microbial status of the face of corn silage bunkers. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.6, p.2620–2629, 2010.
- BRAVO-MARTINS, C.E.C.; CARNEIRO, H.; CASTRO-GÓMEZ, R.J.H.; FIGUEIREDO, H. C. P., SCHWAN, R. F. Chemical and microbiological evaluation of ensiled sugarcane with different additives. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.37, n.4, p.499-504, 2006.
- CARVALHO, B. F.; AVILA, C. L. S.; MIGUEL, M. G. C. P.; PINTO, J. C., SANTOS, M. C.; SCHWAN, R. F. Aerobic stability of sugar-cane silage inoculated with tropical strains of lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v.70, n.2, p.308–323, 2014.
- CORSATO, J.M.; SANTORUM, M.; LESZCZYNSKI, R.; FORTES, A. M. T. Efeito alelopático do tremoço branco (*Lupinus albus* L.) sobre a germinação e crescimento inicial de alface, soja e picão-preto. **Revista Brasileira de Biociências**, v.6, n.1, p. 14-15, 2008.
- DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P. T., SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v.28, n.3, p.350, 1956.
- GERLACH, K.; ROß, F.; WEIß, K. et al. Changes in maize silage fermentation products during aerobic deterioration and effects on dry matter intake by goats. **Agri. Food Sci.**, Berlin, Germany, v.22: p.168 – 181, 2013.
- GONZÁLEZ, G.; RODRÍGUEZ, A.A. Effect of storage method on fermentation characteristics, aerobic stability and forage intake of tropical grasses ensiled in round bales. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.3, p.926-933, 2003.

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

JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P. Presença de microrganismos nas silagens de grãos úmidos de milho ensilados com diferentes proporções de sabugo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.32, n.2, p.201-214, Fev. 1997.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The Biochemistry of Silage**. Second Edition. Chalcombe Publications, Bucks, England, p.226, 1991.

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

PLAYNE, M.J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v.17, n.6, p.264-268, 1966.

RANJIT N.K.; KUNG L. J.R. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum* or chemical preservative on the fermentation and stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.3, p.526-535, 2000.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J.; FOX, D. G., e RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p. 3562-3577, 1992.

TABACCO, E.; PIANO, S.; CAVALLARINI, L.; BERNARDES, T.F.; BORREANI, G. Clostridia spore formation during aerobic deterioration of maize and sorghum silages as influenced by *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* inoculants. **Journal of Applied Microbiology**, v.107, n.5, p.1632-1641, 2009.

TABACCO, E.; PIANO, S.; REVELLO-CHION, A.; BORREANI, G. Effect of *Lactobacillus buchneri* LN4637 and *Lactobacillus buchneri* LN40177 on the aerobic stability, fermentation products, and microbial populations of corn silage under farm conditions. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 11, p. 5589-5598, 2011.

TAYLOR, C.C.; RANJIT, N. J., MILLS, J. A., NEYLON, J. M., KUNG, L. The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n.7, p. 1793-1800, 2002.

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

### **Capítulo III**

---

**Parâmetros produtivo, metabólicos e características de carcaça de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri***

**Parâmetros produtivo, metabólicos e características de carcaça de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri***

**RESUMO**

Objetivou-se avaliar os parâmetros produtivo, metabólicos e características de carcaça e de carne de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri*. Foram utilizados 40 ovinos da raça Santa Inês machos, não castrados, com peso vivo médio inicial de 23 kg  $\pm$  2,68. Foram utilizados quatro tratamentos constituídos por: SS- silagem de sorgo sem aditivo; SSI- silagem de sorgo aditivado com inoculante *Lactobacillus buchneri*; SSU- silagem de sorgo aditivado com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando 4 tratamentos (SS, SSI, SSU e SSUI) e 10 repetições, os quais foram submetidos a ANOVA-SAS, e comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância. O consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais foram maiores para os animais alimentados com a SS ( $P < 0,05$ ), menor consumo de extrato etéreo foi observado para os animais que consumiram a SSI, menor consumo de fibra em detergente neutro foi verificado para os animais alimentados com SSUI. O coeficiente de digestibilidade do EE foi maior para os animais que consumiram a SSU e SSUI, o coeficiente de digestibilidade dos CNF foi maior para os animais alimentados com SS ( $P < 0,05$ ). O peso vivo final, o ganho de peso total e o ganho médio diários dos animais alimentados com a SSU e SSUI foram superiores ( $P < 0,05$ ) entre as silagens. Os níveis séricos de ureia foram maiores para os animais alimentados com a SS ( $P < 0,05$ ). O nitrogênio ingerido e nitrogênio absorvido foram maiores para os animais que consumiram as SS e SSU. O nitrogênio e a proteína microbiana e a eficiência microbiana foram superiores para os animais alimentados com a SSUI ( $P < 0,05$ ). O comprimento externo, largura de tórax, profundidade de tórax, perímetro de perna, conformação, acabamento e engorduramento foram maiores para os animais que foram alimentados com a SSUI ( $P < 0,05$ ). O peso vivo ao abate e o peso de carcaça quente foram superiores para os animais alimentados com a SSUI ( $P < 0,05$ ). Os parâmetros de cor,  $L^*$ ,  $b^*$  e a EGS apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as silagens. A composição química não foi influenciada pelas silagens ( $P > 0,05$ ). A silagem de sorgo sem aditivo apesar de ter proporcionado maior consumo de nutrientes para os animais, afetou negativamente o desempenho e as características de carcaças. Não foi encontrado efeito positivo da adição do inoculante a silagem de sorgo, isoladamente, uma vez que o consumo de nutrientes, o

desempenho e as características de carcaça dos cordeiros foram afetados negativamente. A silagem de sorgo com ureia e a silagem de sorgo aditivada com ureia e inoculante proporcionaram os melhores resultados.

**Palavras-chave:** consumo, desempenho, digestibilidade, rendimentos

**Productive, metabolic parameters and carcass characteristics of lamb fed with sorghum silages supplemented with urea and *Lactobacillus buchneri***

**ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the productive, metabolic parameters and carcass and meat characteristics of lambs fed with sorghum silages supplemented with urea and *Lactobacillus buchneri*. A total of 40 male Santa Ines lambs, not castrated, with a mean initial live weight of 23 kg  $\pm$  2.68 were used. Four treatments were used: SS- sorghum silage without additive; SSI- sorghum silage supplemented with inoculant *Lactobacillus buchneri*; SSU- sorghum silage additive with urea; SSIU- sorghum silage with urea and inoculant. The experimental design was completely randomized, using 4 treatments (SS, SSI, SSU and SSIU) and 10 replicates, which were submitted to ANOVA-SAS, and compared by Tukey's test at 5% significance. Consumption of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), non-fibrous carbohydrates (CNF) and total digestible nutrients were higher for SS-fed animals ( $P < 0.05$ ), lower consumption of ethereal extract was observed for animals that consumed SSI, lower consumption of neutral detergent fiber was verified for animals fed SSIU. The digestibility coefficient of the EE was higher for the SSU and SSIU animals, the CNF digestibility coefficient was higher for the animals fed with SS ( $P < 0.05$ ). The final live weight, total weight gain and mean daily weight of the SSU and SSIU fed animals were higher ( $P < 0.05$ ) among the silages. Serum urea levels were higher for SS-fed animals ( $P < 0.05$ ). Ingested nitrogen and absorbed nitrogen were higher for animals that consumed SS and SSU. Nitrogen and microbial protein and microbial efficiency were higher for animals fed SSIU ( $P < 0.05$ ). The external length, chest width, chest depth, leg perimeter, conformation, finishing and fattening were higher for the animals that were fed the SSIU ( $P < 0.05$ ). Live weight at slaughter and warm carcass weight were higher for SSIU fed animals ( $P < 0.05$ ). The color parameters, L \*, b \* and EGS presented a significant difference ( $P < 0.05$ ) between the silages. The chemical composition was not influenced by the silages ( $P > 0.05$ ). Non-additive sorghum silage, despite providing higher nutrient intakes for animals, negatively affected carcass performance and characteristics. No positive effect of adding the inoculant to sorghum silage was observed alone, since the nutrient intake, performance and carcass characteristics of the lambs were negatively affected. Sorghum silage with urea, and sorghum silage supplemented with urea and inoculant provided the best results.

**Keywords:** consumption, performance, digestibility, yields

## INTRODUÇÃO

A avaliação de silagem deve contemplar todas as etapas, desde a composição química, os parâmetros de fermentação, análise microbiológica, estabilidade aeróbia, e o fornecimento aos animais, avaliando o consumo dos nutrientes, a digestibilidade, o ganho de peso, eficiência alimentar, além dos parâmetros de carcaça e carne, para que se possa concluir sobre a qualidade do alimento que está sendo disponibilizado aos animais.

Existem poucos trabalhos mostrando o desempenho e metabolismo de ruminantes alimentados com silagens aditivadas, seja com aditivos químicos ou biológicos, bem como a combinação dos dois tipos de aditivos. Tornando-se necessárias mais pesquisas nessa área, visando esclarecer o consumo, a fermentação ruminal, o ganho de peso e rendimentos de carcaça desses animais.

O desempenho superior dos animais alimentados com silagens aditivadas com inoculantes ainda é um efeito desconhecido pela literatura. Algumas hipóteses vêm sendo levantadas, como um possível efeito probiótico, inibindo microrganismos prejudiciais na silagem e no rúmen, ou produzindo substâncias benéficas que favoreçam os microrganismos ruminais específicos melhorando o desempenho animal (WEINBERG e MUCK, 1996).

Estudos mostraram que algumas bactérias heterofermentativas (*Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus brevis*) produzem a enzima ferulato-esterases, que aumentam a degradação da parede celular, liberando mais carboidratos solúveis para a fermentação ou utilização pelas bactérias do rúmen (NSEREKO et al., 2008), o que pode causar impacto positivo no desempenho animal, contudo os resultados são escassos e controversos, demandando mais estudos, visando o efeito dos aditivos nas silagens sobre o desempenho dos ruminantes.

O uso da ureia em silagens se destaca por atuar na fração fibrosa da forragem, solubilizando a hemicelulose e aumentando a disponibilidade de substratos prontamente fermentáveis para os microrganismos do rúmen, além de sua ação fungistática. A utilização de ureia permite a incorporação de nitrogênio não proteico a forragem, resultando em incremento na digestibilidade e consumo de matéria seca pelos animais (ROTZ, 1995).

Os trabalhos com desempenho animal não tem correlacionado as consequências da instabilidade aeróbia sobre a resposta animal, uma vez que as silagens deterioradas são descartadas. Esse fato demonstra a necessidade de se quantificar o descarte de silagens em ensaios com animais, e verificar o efeito desse descarte no custo de produção das silagens.

O uso da ureia e do *Lactobacillus buchneri* melhora o desempenho produtivo dos cordeiros, com uma eficiência alimentar maior, maiores ganhos de peso e rendimentos de carcaça, com melhor qualidade de carne.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os parâmetros produtivo, metabólicos e características de carcaça e de carne de ovinos alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local do Experimento

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos, pertencentes à Universidade Federal da Bahia, nos períodos de janeiro a abril de 2015. A temperatura mínima e máxima variou entre 21 e 32°C respectivamente, com média de 26,5°C, com precipitação pluviométrica de 86 mm por mês. Esse experimento foi submetido ao Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, sendo aprovado (nº do protocolo 18/2015).

Previamente ao início do experimento foram confeccionadas as silagens de sorgo. O híbrido do sorgo Volumax (*Sorghum bicolor* AGX-213) foi plantado na Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos, numa área de aproximadamente 0,2 hectares, foi aplicado superfosfato simples (5 sacos de 50 kg), cloreto de potássio (1 saco) e ureia (1 saco) por hectare, e para a cobertura foi utilizado ureia (4 sacos/ha). O sorgo foi colhido quando os grãos apresentaram uma consistência pastoso/farináceo, aproximadamente com 100 dias após o plantio, este foi picado em tamanhos de aproximadamente 2 cm em máquina forrageira etacionária, os quais foram ensilados em silos tipo cincho. Estes foram confeccionados para possuir aproximadamente 1,5 tonelada de forragem, ao total foram confeccionados 9 silos cinchos.

As silagens foram constituídas por: SS- silagem de sorgo sem aditivo; SSI- silagem de sorgo aditivado com inoculante *Lactobacillus buchneri* ( $10^5$  ufc/g MN); SSU- silagem de sorgo aditivado com ureia (1% MS); SSIU- silagem de sorgo com ureia e inoculante. A ureia foi adicionada ao material picado, sendo pesada com base na matéria seca, e distribuída a lanço sobre cada camada de forragem. O inoculante comercial *Lactobacillus buchneri* foi adicionado de acordo com a recomendação do fabricante Lallemand Brasil LTDA, com concentração de  $10^5$  ufc/g de matéria natural.

## Animais e Dietas experimentais

Foram utilizados 40 ovinos da raça Santa Inês machos, não castrados, com peso vivo médio inicial de 23 kg  $\pm$  2,68. Previamente ao início do experimento, os animais foram identificados com brincos, everminados, foi realizada a pesagem, sorteados em seus tratamentos e posteriormente mantidos alojados em baias individuais, com dimensões de 2 m<sup>2</sup>, contendo comedouro e bebedouro.

O concentrado foi composto por farelo de soja, milho moído, sal mineral e ureia. As dietas foram formuladas numa relação volumoso:concentrado de 50:50, para ganho de 200 gramas por dia, segundo o NRC (2007). Na Tabela 1 estão apresentados a composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais.

**Tabela 1.** Composição química do milho moído (M), do farelo de soja (FS), da silagem de sorgo (SS), da silagem de sorgo com inoculante (SSI), da silagem de sorgo com ureia (SSU) e da silagem de sorgo com ureia e inoculante (SSUI)

Variável (%)	Ingredientes					
	M	FS	SS	SSI	SSU	SSUI
MS	87,42	88,16	33,04	29,40	30,63	29,78
MM	1,38	7,47	3,88	4,61	3,93	3,64
EE	5,10	1,70	2,80	1,40	3,20	3,10
PB	8,66	49,14	7,05	8,49	10,39	9,14
FDNcp	5,92	8,75	59,56	65,14	61,48	60,74
PIDIN (%MS)	0,99	1,48	4,75	5,20	5,10	3,94
FDA	2,48	6,49	34,01	34,1	33,73	35,23
PIDA (%MS)	5,13	19,42	18,00	29,75	23,56	22,54
LIG	0,23	0,18	6,90	12,05	12,11	12,08
HEM	4,49	3,79	25,55	31,04	27,75	25,51
CEL	2,25	6,31	8,32	7,04	10,12	23,2
CNF	78,94	32,94	26,71	20,37	21,10	23,38
FDNi	1,57	1,17	21,24	27,24	23,26	19,71

MS- matéria seca; MM- matéria mineral; EE- extrato etéreo; PB- proteína bruta; FDNcp- fibra em detergente neutro corrigido pra cinzas e proteína; PIDIN- proteína insolúvel em detergente neutro; FDA- fibra em detergente ácido; PIDA- proteína insolúvel em detergente ácido; LIG- lignina; HEM- hemicelulose; CEL- celulose; CNF- carboidrato não fibroso; FDNi- fibra em detergente neutro indigestível;

## Análises químicas das dietas experimentais, sobras e fezes

As amostras dos alimentos fornecidos e sobras foram pesadas e registradas na manhã do dia seguinte. Foram coletadas semanalmente, processadas e armazenadas em freezer a -20°C para posteriores análises.

As amostras de sobras e fezes de cada animal foram secas em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 h e processadas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm. Foram

submetidas à análise de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), de acordo com metodologia 934.01; 942.05; 920.39; 968.06; respectivamente, conforme descrito pela AOAC (2005). Para determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi utilizado a metodologia descrita por Mertens (2002). Em todas as amostras, a FDN foi corrigida para cinza e proteína, os resíduos da digestão em detergente neutro e detergente ácido foram incinerados em mufla a 600°C por 4 horas, e a correção para proteína foi efetuada mediante proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), conforme recomendações de Licitra et al. (1996). Os carboidratos não fibrosos foram estimados pelas equações de Sniffen et al. (1992). Na Tabela 2 estão apresentadas as proporções dos ingredientes nas dietas experimentais.

**Tabela 2.** Proporção dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais

<b>Proporção dos ingredientes nas dietas (%)</b>				
	<b>SS</b>	<b>SSI</b>	<b>SSU</b>	<b>SSUI</b>
Silagem	50,0	50,0	50,0	50,0
Farelo de Soja	20,0	19,5	18,5	17,0
Milho moído	27,5	28,0	29,0	30,5
Mineral	1,5	1,5	1,5	1,5
Ureia	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>Composição bromatológica das dietas (%MS)</b>				
MS	60,54	57,93	58,58	58,20
MM	3,81	4,14	3,74	3,51
PB	18,53	19,06	19,61	18,38
EE	3,14	2,46	3,40	3,40
FDNcp	33,16	35,94	34,07	33,67
CNF	41,63	38,69	39,52	40,79
NDT	74,97	70,07	72,35	71,77

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; MS- matéria seca; MM- matéria mineral; EE- extrato etéreo; PB- proteína bruta; FDNcp- fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF- carboidrato não fibroso; NDT- nutrientes digestíveis totais

### **Período Experimental**

As dietas foram fornecidas *ad libitum*, duas vezes ao dia, as 8:00 e 16:00 horas, durante todo o período experimental, ajustando-se uma sobra diária de aproximadamente 10 a 20% do oferecido por animal.

O período experimental teve duração de 69 dias, sendo os 15 primeiros dias destinados à adaptação do manejo e as dietas e 54 dias de confinamento. O experimento foi dividido em 3 períodos, com 18 dias cada. Foram realizadas pesagens dos animais no início do

experimento, no período intermediário e no final do experimento, mediante jejum de sólidos por 16 horas.

Ao final do ensaio experimental foram feitas amostras compostas por período, congeladas em freezer a -20°C e posteriormente submetidas a análises bromatológicas no Laboratório de Nutrição Animal- LANA, da Universidade Federal da Bahia.

### **Consumo de nutrientes e Desempenho**

O consumo de cada nutriente (MS, PB, EE, CNF e FDN) foi obtido pela diferença entre o total de cada nutriente contido no alimento fornecido e nas sobras, com base na matéria seca. O consumo de matéria seca em porcentagem do peso corporal (CMS%PC) foi calculado a partir do consumo de matéria seca (kg) dividido pelo peso médio dos animais e multiplicado por 100. O consumo de FDNcp em porcentagem do peso corporal (CFDNcp%PC) foi calculado a partir do consumo de FDNcp (kg) dividido pelo peso médio dos animais e multiplicado por 100.

O ganho de peso total (GPT) foi calculado a partir da diferença entre o peso final e o peso inicial de cada animal, em kg, o ganho médio diário (GMD) foi calculado pela razão entre o ganho de peso total e os dias de confinamento, sem contabilizar o período de adaptação (54 dias), em kg/dia, a eficiência alimentar (EA) foi calculada pela razão entre o ganho médio diário dos animais e o consumo de matéria seca.

### **Ensaio de Digestibilidade**

O ensaio de digestibilidade foi realizado no 2º período (05 a 07/03/2015) e 3º período experimental (11 a 13/04/2015), durante três dias consecutivos, onde foram realizadas coleta total de fezes. Todos os animais estavam utilizando bolsas coletora, sendo coletados as fezes total do dia (24h). As fezes eram pesadas e retiradas 20% do total, estes foram acondicionadas em sacolas plásticas e congeladas em freezer a -20°C para posteriores análises.

Os coeficientes de digestibilidade (CD) das frações do alimento (MS, PB, EE, CNF e FDN) foram obtidos de acordo com a seguinte equação:  $CD = (kg \text{ da fração ingerida} - kg \text{ da fração excretada} / kg \text{ da fração ingerida}) \times 100$ . Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), das dietas foram obtidos a partir da seguinte equação:  $NDT (g/kg) = (Consumo \text{ de NDT} / Consumo \text{ de MS}) \times 100$ .

## **Variáveis Sanguíneas**

Ao final do período experimental foi realizada a coleta de sangue nos animais, após quatro horas do fornecimento do alimento, mediante punção a vácuo da veia jugular, utilizando-se tubos “vacutainer” com anticoagulante (EDTA). O material foi imediatamente centrifugado a 5000 rpm, durante 15 minutos, acondicionado em tubos “ependorf” e congelado a -15°C, para posteriores análises.

No soro obtido foi realizada análises dos metabólicos sanguíneos, os quais foram utilizados kits comerciais (Bioclin®). Para determinação dos teores de ureia, foi utilizada a técnica colorimétrica com comprimento de onda de 600 nm. A determinação dos teores séricos de proteína total foi realizada por meio do método do biureto, com leitura da coloração da reação obtida em espectrofotômetro em comprimento de onda de 550 nm.

As atividades enzimáticas sérica das enzimas aspartato-aminotransferase e gamaglutamiltransferase foram determinadas por meio de análise colorimétrica e leitura da atividade catalisadora efetuada em espectrofotômetro, com temperatura entre 20 e 30°C, sendo os valores expressos em UI/L (unidade internacional por litro).

## **Balço de nitrogênio e eficiência da síntese de proteína microbiana**

A coleta de urina foi realizada no final do experimento através de amostras spot, durante micção espontânea. Aproximadamente 50 mL de urina foram coletadas, filtradas e uma alíquota de 10 mL foi separada e diluída (40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) e 10 mL de urina), congeladas para posteriores análises (ureia, ácido úrico, creatinina, nitrogênio, alantoína, xantina e hipoxantina).

As concentrações de creatinina na urina foram estimadas utilizando-se *kits* comerciais (Bioclin®), sendo estes valores utilizados para estimativa do volume urinário dos animais.

Para a estimação das concentrações de ácido úrico e ureia na urina foram determinadas utilizando-se *kits* comerciais (Bioclin®). Os teores urinários de alantoína, xantina e hipoxantina foram determinados por intermédio de métodos colorimétricos, conforme especificações de Chen e Gomes (1992), sendo o teor de nitrogênio total obtido pelo método de Kjeldhal (AOAC, 2005).

A excreção de derivados de purinas totais (PT) foi obtida pela soma das quantidades de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina excretadas na urina. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia) foi estimada a partir da excreção de derivados de purinas totais (Y, mmol/dia), por meio das equações propostas por Chen e Gomes (1992), para ovinos:

$$Y = 0,84X + (0,150PV^{0,75} e^{-0,25X})$$

Em que: Y é a excreção de derivados de purina (mmol/dia) e X é a concentração de purinas microbianas absorvidas (mmol/dia).

O fluxo intestinal de N microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da quantidade de purinas absorvidas (X, mmol/dia), segundo a equação descrita por Chen e Gomes (1992):

$$NM = X \text{ (mmol/d)} \times 70 = 0,727 \times 0,83 \times 0,116 \times 1000$$

Assumindo-se a digestibilidade de 0,83 para as purinas microbianas, a relação 0,116 de N purina: N total e o conteúdo de N das purinas de 70 mg N/mmol.

A eficiência de síntese de proteína microbiana foi obtida por meio da divisão da síntese de proteína microbiana (g/dia) com o consumo de nutrientes digestíveis totais (kg/dia).

Para a determinação o balanço de nitrogênio, avaliou-se os teores de nitrogênio nas amostras do material consumido, das fezes e da urina, foi utilizado o método de Kjeldahl, descrito na AOAC (2005). O N absorvido (kg/dia) foi obtido pela diferença entre o N consumido e o excretado nas fezes. O balanço de nitrogênio (g/dia) foi realizado por meio da seguinte fórmula: Balanço de N = N ingerido (g) – N nas fezes (g) – N na urina (g).

### **Avaliação de carcaça e análises quantitativas e qualitativas de carne**

Os animais foram submetidos ao abate, após passarem por um jejum de 16 horas, os quais foram transportados para o frigorífico de Pintadas- Bahia. Foi realizada a pesagem dos animais, para a obtenção do peso vivo ao abate (PVA). Em seguida, os animais foram insensibilizados por meio de descarga elétrica, seguido da sangria, esfolagem, evisceração e retirada da cabeça e patas, obtendo assim a carcaça quente (PCQ), na qual foi pesada para o cálculo do rendimento de carcaça quente, através da fórmula:  $RCQ = PCQ / PVA \times 100$ . As carcaças foram refrigeradas em câmara fria, a 4° C, por um período de 24h e novamente pesadas para a obtenção do peso de carcaça fria (PCF) e posterior rendimento que fria, através da fórmula:  $RCQ = PCQ / PVA \times 100$ .

Foram realizadas mensurações morfométricas a partir das carcaças frias, de acordo com a metodologia de Cezar e Souza, 2007:

- Comprimento da perna: distância entre o perônio e o bordo anterior da superfície articular tarso metatarsiana, tomada com fita métrica;

- Comprimento interno da carcaça: distância máxima entre o bordo anterior da sínfise ísquiopubiana e o bordo anterior da primeira costela em seu ponto médio, tomada com fita métrica;
- Comprimento externo da carcaça: distância entre a base da cauda e a base do pescoço, medida com fita métrica;
- Largura da garupa: largura máxima entre os trocânteres de ambos os fêmures; tomada com hipômetro;
- Perímetro da garupa: perímetro desta região anatômica, tomando-se como referência os trocânteres de ambos os fêmures;
- Largura do tórax: largura máxima da carcaça no nível das costelas, tomada com hipômetro;
- Profundidade do tórax: distância máxima entre o esterno e o dorso da carcaça, tomada com fita métrica;
- Perímetro da perna: perímetro da perna em sua largura máxima, tomada com fita métrica;
- Perímetro torácico: perímetro tomado em torno do tórax, em sua largura máxima, tomada com fita métrica;

As carcaças foram avaliadas subjetivamente segundo metodologia de Cezar e Souza (2007), considerando-se as seguintes variáveis:

- Acabamento: determinado mediante apreciação visual, utilizando-se uma escala de 5 pontos, sendo 1- Magra-gordura ausente; 2- Gordura escassa- 1 e 2 mm de espessura; 3- Gordura mediana- acima de 2 e até 5 mm de espessura; 4- Gordura uniforme- acima de 5 e até 10 mm de espessura; 5- Gordura excessiva- acima de 10 mm de espessura.
- Grau de conformação: avaliação visual da carcaça, considerando-a como um todo, e levando-se em consideração as diferentes regiões anatômicas (perna, garupa, lombos e espádua) e a espessura de seus planos musculares e adiposos, em relação ao tamanho do esqueleto, que a suporta escala de 1 a 5, sendo o valor 1 atribuído à conformação muito pobre e 5 para a excelente.

Para determinar o rendimento dos cortes, a meia-carcaça esquerda foi seccionada em cinco regiões anatômicas, denominadas cortes comerciais: pescoço, paleta, costela, lombo e perna, segundo adaptações das metodologias de Silva Sobrinho (1999). O cálculo do rendimento (%) foi determinado pelo peso do corte em relação ao peso da meia carcaça fria reconstituída ( $RCorte = \text{peso do corte} / \text{peso da } \frac{1}{2} \text{ carcaça} * 100$ ).

Na meia carcaça esquerda, a partir do corte transversal entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costela, foi obtida a medida da área de olho de lombo (AOL), no músculo *Longissimus lumborum*, pelo traçado do contorno do músculo em folha de papel vegetal, para posterior determinação da área em aparelho medidor de área foliar, utilizando-se a média de três leituras, de acordo com a metodologia de Yañez et al. (2006).

A espessura de gordura subcutânea (EGS) foi medida através de um paquímetro digital sobre o tecido adiposo que reveste o músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas.

Foi avaliada também a cor da carne através do colorímetro digital, aparelho que afere a cor conforme o sistema CIELAB, esse sistema se baseia em leituras de L\*, a\* e b\* (CIE, 1986), onde L\* está relacionado com a luminosidade da carne, variando de 0 a 100 (preto total a branco total); a\* é a tendência de variação da cor verde a vermelha; b\* é a tendência de variação da cor azul a amarela. As leituras foram feitas na área de olho de lombo em três posições distintas, de tal forma que praticamente toda a superfície da área de olho de lombo fosse amostrada, utilizando como valores finais as médias das leituras.

A textura da carne foi medida através da força de cisalhamento, pelo método de cisalha de Warner-Bratzler Shear Force. Antes de realizar a textura, os *Longissimos lumborum* foram descongelados sob refrigeração a 4°C durante 24 horas, pesados, acondicionados em papel alumínio e assados em forno grill até atingir temperatura interna de 70° C, sendo monitorados por um termômetro digital. Posteriormente, foram novamente pesados, para obter a perda de peso por cocção (PPC), após foram retiradas amostra da carne, paralelamente às fibras musculares, com auxílio de um cilindro de acordo com a metodologia de Wheeler et al. (1995). A força de cisalhamento foi registrada pelo texturômetro, acoplado a um acessório Warner-Bratzler, medindo a força máxima necessária para cisalhar a amostra, o valor representa a dureza de cada amostra, expressa em Kgf.

A composição química da carne foi realizada por meio de análise do infravermelho próximo (método AOAC: 2007-04) em 180 g do músculo *Longissimus lumborum* isento da capa de gordura, utilizando o aparelho FoodScan™ (FOSS, Hillerod, Dinamarca), na Universidade Federal de Lavras.

### **Descarte das silagens deterioradas**

Foram coletadas, no final do experimento, as silagens deterioradas que foram descartadas, a fim de quantificar as perdas nos silos, a nível de campo. Na tabela 3 encontram-se as perdas no campo das silagens aditivadas com ureia e inoculante.

**Tabela 3.** Perdas no campo da silagem de sorgo aditivadas com ureia e inoculante

	SS	SSI	SSU	SSUI
Silos (toneladas)	2,776	2,800	2,750	2,800
Perdas (kg)	784,935	596,351	635,543	309,005
Total de silagem por tratamento (toneladas)	1,991	2,204	2,144	2,490

SS- silagem de sorgo sem aditivo; SSI- silagem de sorgo aditivada com *Lactobacillus buchneri*; SSU- silagem de sorgo aditivada com ureia; SSUI- silagem de sorgo aditivada com ureia e *Lactobacillus buchneri*;

### Análise Estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando quatro tratamentos (SS, SSI, SSU e SSUI) e 10 repetições, totalizando 40 unidades experimentais, os quais foram submetidos a análise de variância- SAS, e quando apresentados diferenças significativas foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância. O peso vivo inicial foi utilizado como co-variável para os dados de desempenho.

O modelo utilizado foi:

$$Y_{ik} = \mu + S_i + \epsilon_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ik}$  = resposta observada;

$\mu$ : média geral;

$S_i$ : efeito das silagens;

$\epsilon_{ijk}$ : erro aleatório associado a cada observação;

## RESULTADOS

Verificou-se maior consumo de matéria seca (CMS) ( $P < 0,01$ ) na silagem de sorgo (SS), e menor consumo nas demais silagens. Para o consumo de matéria seca em porcentagem do peso corporal (%PC) observou-se maior CMS na SS, e menor consumo na SSUI (Tabela 4).

Constatou-se maior consumo de matéria orgânica (CMO) na SS ( $P < 0,01$ ), e um menor consumo foi verificado nas demais silagens. Observou-se maior consumo de PB para as SS e SSU ( $P < 0,01$ ), o que diferiu das demais silagens. O menor consumo de extrato etéreo (CEE) foi verificado na SSI ( $P < 0,01$ ), que diferiu das demais silagens (Tabela 4).

**Tabela 4.** Consumo de nutrientes dos cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano

Nutrientes	Silagens				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>
	SS	SSI	SSU	SSUI		
MS (kg)	1,081a	0,855b	0,952b	0,857b	0,04	<0,01
MS (% PC)	5,01a	3,94b	4,01b	3,24c	0,21	<0,01
MO (kg)	1,010a	0,778b	0,872b	0,800b	0,04	<0,01
PB (kg)	0,220a	0,174b	0,209a	0,178b	0,01	<0,01
EE (kg)	0,037a	0,022b	0,037a	0,036a	0,01	<0,01
FDNcp (kg)	0,312a	0,298a	0,275ab	0,238b	0,02	<0,01
FDNcp (%PC)	1,43b	1,37b	1,56a	0,93c	0,10	<0,01
CNF (kg)	0,473a	0,324c	0,386b	0,373b	0,03	<0,01
NDT (kg)	0,867a	0,638b	0,743b	0,658b	0,14	<0,01

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; Consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro corrigida pra cinzas e proteína (CFDNcp) e carboidrato não fibroso (CCNF); EPM<sup>1</sup> = Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup> = probabilidade significativa ao nível de 5%; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

O menor consumo de FDNcp foi observado para a SSUI, diferindo das demais silagens (P<0,01), a SSU proporcionou consumo similar a SSUI e demais silagens. O maior consumo de FDNcp em % de peso corporal foi verificado pra a SSU (P<0,01), a SSUI apresentou menor consumo de FDNcp (% PC). Constatou-se maior consumo de carboidrato não fibroso (CCNF) na SS (P<0,01), o menor consumo foi verificado na SSI. O maior consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi observado para a SS, na SSI foi encontrado o menor consumo (Tabela 4).

Não houve diferença (P>0,05) pra o coeficiente de digestibilidade da MS, da MO, da PB, do FDNcp e dos NDT. Observou-se maior digestibilidade do extrato etéreo para a SSU e SSUI (P<0,01), foi observado menor digestibilidade para a SSI. A digestibilidade dos carboidratos não fibrosos foi maior para a SS, a menor digestibilidade foi apresentada para a SSI (P=0,03). (Tabela 5).

**Tabela 5.** Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes dos cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano

Variável (%)	Silagens				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>
	SS	SSI	SSU	SSUI		
MS	74,71	68,90	70,37	70,06	2,37	0,33
MO	75,56	68,29	69,66	69,65	2,40	0,16
PB	78,51	76,45	76,37	74,36	2,56	0,74
EE	87,48ab	83,82b	92,98a	96,73a	2,01	<0,01
FDNcp	63,57	60,70	55,78	54,13	3,16	0,27
CNF	90,98a	84,93b	88,17ab	85,68ab	2,28	0,03
NDT	76,45	74,60	73,98	73,39	1,91	0,10

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO), da proteína bruta (PB), do extrato etéreo (EE), da fibra em detergente neutro corrigido pra cinzas e proteína (FDNcp), dos carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT). EPM<sup>1</sup>= Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup>= probabilidade significativa ao nível de 5%; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Houve efeito das dietas (P<0,01) sobre todas as variáveis de desempenho produtivo. Nas SSU e a SSUI foi observado maiores peso vivo final, ganho de peso total e ganho de peso diário, que diferiu das demais silagens. Verificou-se maior eficiência alimentar foi nas SSI e SSUI (P<0,01), e menor eficiência na SS (Tabela 6).

**Tabela 6.** Desempenho em cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano

Variável (Kg)	Silagens				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>
	SS	SSI	SSU	SSUI		
PVI	19,50	21,24	21,94	22,30	-	-
PVF	31,52b	32,30b	35,11a	36,88a	0,95	<0,01
GPT	10,62b	11,08b	13,78a	15,47a	0,97	<0,01
GMD	0,196b	0,205b	0,255a	0,286a	0,02	<0,01
EA	0,194b	0,228a	0,215ab	0,235a	0,01	<0,01

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; PVI- peso vivo inicial; PVF- peso vivo final; GPT- ganho de peso total; GMD- ganho médio diário; EA- eficiência alimentar; EPM<sup>1</sup> = Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup> = probabilidade significativa ao nível de 5%; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância

Não foi constatado efeito (P>0,05) nas proteínas totais e nas enzimas GGT e AST entre as silagens. Verificou-se maior nível sérico de ureia (P<0,01) na SS, na SSUI foi observado menor nível sérico de ureia, na SSI o nível sérico de ureia foi semelhante a SSU e SSUI (Tabela 7).

**Tabela 7.** Níveis séricos de ureia, proteínas totais e atividades enzimáticas da gama-glutamilttransferase (GGT) e aspartato-aminotransferase (AST) em cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano

Variável	Silagens				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>
	SS	SSI	SSU	SSUI		
Ureia (mg/dL)	52,40a	41,45bc	45,60b	38,30c	2,38	<0,01
Proteínas totais (g/dL)	5,25	5,65	6,12	6,79	0,46	0,09
GGT (UI/L)	55,99	57,11	62,77	57,16	2,91	0,23
AST (UI/L)	92,80	84,45	81,90	90,20	4,36	0,22

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; MG/dL= miligrama por decilitro; g/dL= gramas por decilitro; UI/L= unidade internacional por litro; EPM<sup>1</sup>= Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup>= probabilidade significativa ao nível de 5%; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) para os parâmetros de nitrogênio nas fezes (g/dia), nitrogênio na urina (g/dia), nitrogênio retido (g/dia), na relação nitrogênio retido/ingerido, na relação nitrogênio retido/absorvido, nitrogênio ingerido (%) e na eficiência microbiana (g PB/kg NDT) (Tabela 8).

Houve diferença ( $P < 0,01$ ) para o nitrogênio ingerido (g/dia), os animais que consumiram as SS e na SSU foram constatados maiores quantidades de N ingerido, diferindo das demais silagens. Verificou-se maior nitrogênio absorvido ( $P < 0,01$ ) para os animais alimentados com a SS, foram encontrados os menores valores de N absorvido para os animais que consumiram as SSI e a SSUI, os animais que foram alimentados com a SSU apresentaram quantidade de nitrogênio absorvido semelhante às demais silagens.

Houve diferença ( $P = 0,01$ ) para a produção microbiana, os animais alimentados com SSUI apresentaram maior nitrogênio microbiano e proteína microbiana que os animais que consumiram a SSI, os animais alimentados com SS e a SSU apresentaram nitrogênio e proteína microbiana semelhantes as demais silagens (Tabela 8).

**Tabela 8.** Balanço de nitrogênio (N), produção microbiana e eficiência da síntese de proteína microbiana de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano

Variável (g/dia)	Silagens				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>
	SS	SSI	SSU	SSUI		
<b>Balanço de Nitrogênio</b>						
N ingerido	35,29a	27,90b	32,33a	28,47b	1,40	<0,01
N fezes	7,67	6,57	8,11	7,35	0,93	0,70
N absorvido	27,62a	21,01b	23,60ab	21,29b	1,58	<0,01
N urina	9,83	4,17	9,39	9,97	2,25	0,25
N retido	17,79	13,97	19,35	12,42	2,49	0,14
N retido/ingerido	0,512	0,507	0,526	0,446	0,08	0,91
N retido/ absorvido	0,643	0,668	0,707	0,616	0,11	0,95
N ingerido (%)	51,18	50,75	52,62	44,60	8,13	0,91
<b>Produção microbiana (g/dia)</b>						
N-microbiano	8,53ab	7,11b	8,43ab	11,88a	1,05	0,01
PB- microbiana	53,30ab	44,43b	52,68ab	74,26a	6,55	0,01
<b>Eficiência microbiana</b>						
g PB/kg NDT	61,76b	72,27b	70,28b	79,96a	9,79	<0,01

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; EPM<sup>1</sup>= Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup>= probabilidade significativa ao nível de 5%; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para os parâmetros moformétricos: comprimento interno da carcaça, comprimento de perna, circunferência de perna, largura de garupa e perímetro de garupa. Foi observado diferença ( $P<0,01$ ) para o comprimento externo da carcaça, os animais que consumiram SSU e a SSUI apresentaram maiores comprimento externo da carcaça, os animais alimentados com a SS apresentaram menor comprimento, os animais alimentados com a SSI possuíram comprimento similar as demais silagens (Tabela 9).

Observou-se diferença para largura de tórax ( $P=0,02$ ), os animais que consumiram SSUI apresentaram maior largura de tórax, os animais alimentados com a SS apresentaram menor largura, já as carcaças dos animais que consumiram SSI e a SSU apresentaram largura de tórax similar às demais silagens.

Constatou-se que os animais que consumiram SSUI apresentaram maior profundidade de tórax ( $P=0,02$ ), e foi observada menor profundidade para as carcaças dos animais alimentados com SS, as carcaças dos animais que consumiram SSUI e SSU foram similares as demais silagens.

Houve diferença ( $P<0,01$ ) para perímetro de peito, as carcaças dos animais que consumiram SSUI apresentaram maior perímetro de peito, as carcaças dos animais

alimentados com a SS e a SSI apresentaram menores perímetros de peito, as carcaças dos animais que consumiram SSU apresentaram perímetro similar às demais silagens (Tabela 9).

**Tabela 9.** Morfometria da carcaça em cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano

Variável (cm)	Silagens				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>
	SS	SSI	SSU	SSUI		
Comprimento externo	56,00b	57,40ab	59,33a	59,40a	0,93	<0,01
Comprimento interno	66,60	66,00	69,30	68,10	1,07	0,11
Comprimento perna	33,70	33,70	34,90	35,10	0,55	0,12
Circunferência perna	33,67	34,11	33,60	33,60	1,17	0,96
Largura de tórax	19,11b	19,70ab	20,11ab	20,88a	0,49	0,02
Largura de garupa	24,44	25,10	25,00	25,10	0,50	0,66
Profundidade de tórax	21,90b	22,40ab	22,12ab	23,40a	0,51	0,02
Perímetro de peito	71,60b	72,50b	74,12ab	75,90a	0,89	<0,01
Perímetro de garupa	63,70	66,00	65,30	66,90	1,74	0,24
Conformação	2,15b	2,10b	2,19ab	2,35a	0,06	<0,01
Acabamento	2,05b	2,10b	2,22ab	2,30a	0,05	<0,01
Engorduramento	2,20ab	1,90b	2,70a	2,55ab	0,20	0,01

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; EPM<sup>1</sup>= Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup>= probabilidade significativa ao nível de 5%; Médias seguidas de letras na linha distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A conformação e o acabamento apresentaram diferenças (P<0,01) e (P<0,01), respectivamente, os animais que consumiram SSUI apresentaram melhor conformação e acabamento de carcaça, diferindo dos animais alimentados com a SS e SSI, as carcaças dos animais que consumiram SSU apresentaram conformação e acabamento similar as demais silagens (Tabela 9).

Verificou-se maior valor de engorduramento para a carcaça dos animais que consumiram a SSU (P=0,01), as carcaças dos animais alimentados com a SSI apresentaram menor valor de engorduramento, as carcaças dos animais que consumiram SS e a SSUI apresentaram engorduramento similares às demais silagens.

O peso vivo ao abate (PVA) foi influenciado (P<0,01) pelos aditivos, os animais que consumiram SS e SSI apresentaram menores PVA, diferindo das demais silagens. Observou-se maiores pesos de carcaça quente par os animais que consumiram SSU e SSUI (P<0,01).

Não foi verificada diferença para os pesos de carcaça fria (P=0,18). Os rendimentos de carcaça quente (P=0,81) e fria (P=0,51) não apresentaram diferença (Tabela 10).

**Tabela 10.** Pesos e rendimentos de carcaça de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano

Variável	Silagens				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>
	SS	SSI	SSU	SSUI		
PVA (kg)	31,52b	32,30b	35,11a	36,88a	0,95	<0,01
PCQ (kg)	15,41b	16,74b	17,17a	17,98a	0,52	<0,01
PCF (kg)	15,20	15,19	16,90	16,40	0,54	0,18
RCQ (%)	48,28	48,13	48,09	48,78	0,75	0,81
RCF (%)	47,93	47,65	47,92	48,77	0,77	0,51

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; PVA- peso vivo ao abate; PCQ- peso de carcaça quente; PCF- peso de carcaça fria; RCQ- rendimento de carcaça quente; RCF- rendimento de carcaça fria; EPM<sup>1</sup>= Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup>= probabilidade significativa ao nível de 5%; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não foi observada diferença para os rendimentos dos cortes (P>0,05) de cordeiros alimentados com as silagens de sorgo aditivada com ureia e inoculante (Tabela 11).

**Tabela 11.** Rendimentos dos cortes (%) da carcaça de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano

Variável (%)	Silagens				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>
	SS	SSI	SSU	SSUI		
Pescoço	9,67	10,21	9,32	10,19	0,26	0,13
Paleta	19,75	19,15	18,77	19,20	0,28	0,09
Costela	35,56	35,26	35,71	35,94	0,49	0,81
Lombo	5,24	4,99	5,33	4,94	0,19	0,28
Perna	29,78	29,84	30,46	29,72	0,42	0,36

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; EPM<sup>1</sup>= Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup>= probabilidade significativa ao nível de 5%; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não foi verificado diferença (P>0,05) para o parâmetro de cor (a\*), textura, perda por cocção (PPC), área de olho de lombo (AOL) e para o marmoreio (Tabela 11).

Observou-se diferença para o parâmetro L\* (P=0,04), b\* (P=0,03) e espessura de gordura subcutânea (EGS) (P=0,05). Os animais que consumiram SSUI apresentaram menor valor de L\*, o que diferiu das demais carcaças. Os animais alimentados com a SSUI

apresentaram menor valor de b\*, diferindo das carcaças dos animais que consumiram SS, já as carcaças dos animais alimentados com a SSI e a SSU apresentaram valores semelhantes às demais silagens. Para a EGS, os animais que consumiram a SSUI apresentaram maior espessura de gordura na carcaça, diferindo das carcaças dos animais alimentados com a SS, já as carcaças dos animais que consumiram SSI e a SSU apresentaram valores semelhantes às demais silagens (Tabela 12).

**Tabela 12.** Parâmetros de qualidade de carne de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano

Variável	Silagens				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>	
	SS	SSI	SSU	SSUI			
Cor	L*	50,60a	48,82a	49,45a	46,93b	1,12	0,04
	a*	27,09	27,34	27,19	25,58	0,69	0,14
	b*	11,42a	10,02ab	11,06ab	9,25b	0,60	0,03
Textura (kgf)	1,28	0,92	0,96	1,23	0,13	0,07	
PPC (%)	17,40	17,84	19,78	17,52	2,06	0,84	
AOL (cm <sup>2</sup> )	13,54	14,67	14,66	15,31	0,86	0,48	
EGS (mm)	1,39b	1,47ab	1,50ab	1,77a	0,12	0,05	
Marmoreio	1,30	1,30	1,50	1,40	0,21	0,90	

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; PPC- perda por cocção; AOL- área de olho de lombo; EGS- espessura de gordura subcutânea; EPM<sup>1</sup>= Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup>= probabilidade significativa ao nível de 5%; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não foi constatada diferença (P>0,05) para a composição química da carne de cordeiros alimentados com as silagens de sorgo aditivadas com ureia e inoculante (Tabela 13).

**Tabela 13.** Composição química da carne de cordeiros alimentados com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano

Variável (%)	Silagens				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>
	SS	SSI	SSU	SSUI		
Umidade	73,00	73,35	73,65	72,54	0,46	0,41
Proteína	21,98	21,85	21,28	21,53	0,33	0,49
Matéria mineral	0,81	1,06	1,27	0,89	0,15	0,12
Gordura	4,21	3,74	3,80	3,70	0,39	0,63
Colágeno	1,69	1,93	1,70	1,58	0,15	0,21

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; PM<sup>1</sup>= Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup>= probabilidade significativa ao nível de 5%; E Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## DISCUSSÃO

Os animais que consumiram a silagem de sorgo sem aditivo apresentaram maiores consumo de nutrientes, contudo a digestibilidade não foi influenciada, apenas para os CNF e EE. No entanto, esse maior consumo não foi capaz de elevar o ganho de peso desses animais, além dos menores peso vivo ao abate, peso de carcaça quente e menores parâmetros morfométricos nas carcaças. Apesar dos animais terem apresentando maior quantidade de nitrogênio ingerido e absorvido, e um balanço de nitrogênio positivo, a eficiência microbiana foi menor. No houve efeito para as variáveis sanguíneas, as enzimas GGT e AST e para os parâmetros de qualidade de carne.

O maior consumo de nutrientes pelos animais alimentados com a silagem de sorgo sem aditivo pode está associado à composição química da silagens de sorgo, que apresentou menor teor de FDN (59,56%), menor teor de PIDA (18,00%), menor teor de lignina (6,90%), o que contribuiu para um maior consumo. Contudo, era esperado que esses animais apresentassem melhor desempenho, o que não foi observado, uma possível explicação foi a menor eficiência alimentar desses animais, visto que os animais ganharam peso menor e consumiram maior quantidade de nutrientes. Está relacionado também com a produção e eficiência microbiana, que foi menor para os animais alimentados com essa silagem.

De acordo com Fisk (1980), o menor desempenho dos ovinos que consumiram silagem de sorgo foi atribuído a presença de compostos como tanino ou HCN, que podem ter afetado negativamente a utilização de nutrientes na silagem de sorgo (WEELER et al., 1990).

Os animais que consumiram a silagem de sorgo com *Lactobacillus buchneri* apresentaram menores consumo de nutrientes, menor digestibilidade do EE e dos CNF, desempenho menor, porém apresentou maior eficiência alimentar. O balanço de nitrogênio foi menor, assim como o nitrogênio, proteína microbiana e eficiência microbiana. O peso vivo ao abate e o peso de carcaça quente e as medidas morfométricas foram meores.

O menor consumo desses animais pode está relacionado com o maior teor de FDNcp (65,14%), PIDIN (5,20%), PIDA (29,75%) e FDNi (27,24%) que foram encontrados nessa silagem, além do menor teor de CNF (20,37%), a maior proporção de FDNcp da silagem de sorgo aditivado com inoculante contribuiu para o rápido enchimento do rúmen, com redução na ingestão dos nutrientes e conseqüentemente menor desempenho. Sabe-se que o FDN está relacionado com o consumo voluntário (VAN SOEST et al., 1978) e quanto maior o teor de FDNi mais fibra estará indisponível para o consumo dos animais, o que pode prejudicar o desempenho. Mertens (1996) afirma que os carboidratos são os principais fornecedores de

energia para ruminantes, apesar de ser a fração mais limitante ao consumo animal e à digestibilidade dos nutrientes nos volumosos.

Apesar de alguns trabalhos que utilizaram os inoculantes microbianos terem encontrado respostas positivas para o consumo, produção de leite e ganho de peso dos animais (MORAN e OWEN, 1994; KUNG Jr e MUCK, 1997), não foi observado resposta positiva relacionada ao consumo de nutrientes e desempenho nesse trabalho, uma vez que houve menor ingestão e absorção do nitrogênio, além de uma menor produção de proteína microbiana e eficiência microbiana. Addah et al (2011) não encontrou melhoria na ingestão de matéria seca, no desempenho e eficiência alimentar de novilhos alimentados com silagens inoculadas, observaram aumento na proporção da fração lentamente digestível e potencialmente digestível da matéria orgânica.

A menor digestibilidade dos CNF encontrada para os animais alimentados com a silagem de sorgo com inoculante pode ser explicado pelo menor consumo do CNF para essa silagem, esse consumo reduzido está relacionado ao menor teor de CNF presente nessa dieta (38,69%) e menor teor de CNF na silagem (20,37%). Nos CNF são encontrados os carboidratos mais digestíveis, os quais são prontamente disponíveis para os microrganismos ruminais, de acordo com Mertens (1992) e Church (1993) os CNF apresentam maiores taxas de fermentação ruminal em relação aos carboidratos fibrosos, ocasionando maior taxa de passagem do alimento para os compartimentos posteriores ao retículo-rúmen, proporcionando um maior consumo de matéria seca.

Devido a esses resultados houve redução nas características de carcaça, apesar de não ter afetado a qualidade de carne. O que se deseja é que a dieta formulada seja capaz de nutrir o animal a fim de aumentar o ganho de peso, convertendo em carcaças mais pesadas, com maiores rendimentos de cortes cárneos, e uma carne com características físico-químicas dentro do padrão. Não foi observado isso no presente trabalho, quando foi adicionado o inoculante isoladamente na silagem de sorgo, onde o desempenho inferior refletiu em carcaça mais leves.

Os animais que consumiram a silagem de sorgo com ureia apresentaram menor consumo de nutrientes, com exceção da PB, onde foi maior o consumo para essa fração. A digestibilidade do EE também foi maior, assim como os maiores peso vivo final, ganho de peso total e ganho de peso diário, apresentando eficiência alimentar melhor que os animais que consumiram a silagem de sorgo sem aditivo. O balanço de nitrogênio foi positivo, apresentou maior nitrogênio ingerido e absorvido, porém uma menor eficiência microbiana. No entanto observou maior peso vivo ao abate e peso de carcaça quente.

Era esperado que a ureia aditivada na silagem de sorgo melhorasse o consumo de matéria seca, visto que a ureia dentro do silo, em decorrência da ação da urease, é convertida a amônia, que, ao se ligar à água, forma o hidróxido de amônia, capaz de solubilizar os componentes da parede celular, principalmente a hemicelulose, reduzindo a FDN do material (REIS et al., 1990), melhorando a digestibilidade da fibra. Contudo não houve efeito na digestibilidade da FDN.

O consumo de PB maior para os animais que consumiram a silagem de sorgo com ureia era esperado, uma vez que a ureia é um aditivo nutriente, é composta por NNP que é incorporado a silagem, resultando no aumento dos teores de PB. Fernandes et al. (2009) avaliando os efeitos da adição de ureia e de dois períodos de armazenamento sobre o valor nutritivo e o perfil de fermentação da silagem de sorgo, concluíram que a adição de ureia na ensilagem de sorgo melhora o valor nutritivo da silagem. Todos os animais apresentaram balanço de nitrogênio positivo, isso comprova que os animais estavam sob condições alimentares de ganho de N, indicando que houve retenção de proteína no organismo animal e que o consumo de proteína atendeu satisfatoriamente as exigências proteicas dos animais, garantindo um melhor ganho de peso total e diário, refletindo em carcaças mais pesadas.

Os animais que consumiram a silagem de sorgo com ureia e inoculante apresentaram os melhores resultados, apesar dos menores consumos de nutrientes, houve maior digestibilidade do extrato etéreo, maiores peso vivo final, ganho de peso total e ganho médio diário e melhor eficiência alimentar. Observou balanço de nitrogênio positivo, uma maior proteína microbiana e eficiência microbiana, melhores parâmetros morfométricos de carcaça, peso vivo ao abate e peso de carcaça quente semelhante aos animais que consumiram silagem de ureia.

Pode-se perceber um efeito sinérgico entre a ureia e o inoculante microbiano, os animais que consumiram silagens aditivadas com ureia e inoculante apesar de ter apresentado menores consumo de nutrientes, o desempenho dos animais foram maior, o que pode ser explicado pela maior produção de proteína microbiana, quanto maior a produção de proteína microbiana maiores são as chances dessa proteína chegar ao duodeno e ser absorvida pelo intestino, sabe-se que a proteína microbiana é considerada de alto valor biológico, sendo desejável sua maximização, diminuindo o fornecimento de proteína verdadeira para os animais.

As características de carcaça foram melhores para os animais que consumiram essas silagens. O que se deseja é que as carcaças sejam compactas, possuindo menores comprimentos e maior musculosidade, carcaças compactas possuem melhor acabamento, e

carcaças bem acabadas estão relacionadas a uma cobertura de gordura uniforme, além de apresentar melhor conformação. O acabamento satisfatório é de extrema importância para proteger a carcaça contra o frio da câmara fria, evitando o encurtamento das fibras pelo frio, o escurecimento da carne, preservando assim sua qualidade e aumentando sua vida de prateleira.

As concentrações séricas de proteínas totais neste estudo não foram influenciadas pelas silagens. As enzimas aspartato-aminotransferase (AST) e gama-glutamyltransferase não foram influenciadas pelas silagens, demonstrando que a utilização das silagens aditivadas não causou lesão hepática nos animais.

Os rendimentos não foram afetados pelas silagens, segundo Silva e Pires (2000) maior rendimento de carcaça ovina é encontrado em animais mais jovens, visto que com o avançar da idade há um aumento no trato gastrointestinal, diminuindo assim o rendimento de carcaça. De acordo com Silva Sobrinho et al. (2008) o rendimento é o principal fator que está relacionado com valor à carcaça, o qual depende do conteúdo do trato gastrointestinal, com média de 13% do peso corporal em ovinos, variando de acordo com a alimentação do animal previamente ao abate.

A textura, perda por cocção (PPC), a área de olho de lombo (AOL) e o marmoreio não foram influenciados pelas dietas. A textura está relacionada com a maciez da carne, a carne de ovinos é considerada uma carne macia, quanto menor a força de cisalhamento mais macia é a carne, fato que foi observado no presente trabalho, onde foi encontrado uma força variando de 0,92 kgf a 1,128 kgf. A PPC caracteriza-se como importante parâmetro de avaliação da qualidade da carne. Está associada ao rendimento no preparo para o consumo e influencia a suculência da carne, o ideal é que ocorram menores perdas de água no momento do cozimento, visto que a água está atribuída a suculência da carne, ocorrendo maiores perdas de água no momento do cozimento a carne ficará seca e dura, o que não é desejável.

Segundo Cezar e Souza (2010) a AOL tem sido usada tradicionalmente como uma boa estimativa da musculabilidade e está diretamente correlacionada com a relação músculo/osso nos cortes mais valiosos da carcaça. A AOL encontrada no presente estudo (14,54 cm<sup>2</sup>) está de acordo com a literatura, maiores AOL são desejáveis, uma vez que apresentará uma maior musculabilidade.

A espessura de gordura subcutânea (EGS) foi influenciada pelas silagens, apresentando maiores EGS para os animais que consumiram a silagem de sorgo com ureia, esses animais apresentaram melhores acabamentos, corroborando com a melhor EGS. A gordura é um importante elemento de proteção da carcaça contra os efeitos adversos do frio,

protegendo-a dos efeitos negativos da baixa temperatura de resfriamento e congelamento e da perda excessiva de água pela formação de cristais de gelo dentro das células (SAÑUDO et al., 2000; RODRIGUES et al., 2006).

O marmoreio não foi influenciado pelas dietas, o marmoreio está relacionado com a quantidade de gordura intramuscular presente na carne, e esta gordura irá influenciar a maciez, uma vez que quanto maior gordura intramuscular maior maciez e suculência da carne. Um maior marmoreio é encontrado em carcaça de animais que consumiram uma dieta mais energética.

A composição química da carne de cordeiros não foi influenciada pelas dietas, mostrando que a adição de ureia e inoculante não interferem nos teores de umidade, proteína, matéria mineral, gordura e colágeno.

As perdas do campo foram quantificadas, a fim de verificar a eficácia dos aditivos na estabilidade aeróbia das silagens, quantificando o descarte dessas silagens em ensaios com animais, o que pode extrapolar para o custo de produção.

A silagem de sorgo com os aditivos separadamente reduziram as perdas na matéria natural, com 188,584 kg de diferença para a silagem de sorgo com *Lactobacillus buchneri* em relação a silagem de sorgo sem aditivo, e 149,392 kg de diferença para a silagem de sorgo com ureia em relação a silagem de sorgo sem aditivo, contudo foi notável que a associação dos aditivos juntos mostrou-se mais eficaz na redução das perdas, com 475,93 kg de diferença em relação a silagem de sorgo sem aditivo. Este resultado reflete na eficácia dos aditivos na redução de microrganismos indesejáveis que deterioram as silagens, comprometendo a sua qualidade.

Os resultados obtidos em campo, apesar de não apresentarem estatística, demonstram que a silagem de sorgo aditivada com ureia e inoculante apresentaram menores perdas, o qual foram semelhantes aos resultados encontrados em experimentos laboratoriais, ocorrendo diminuição na contagem de mofos e leveduras e melhorias na estabilidade aeróbia, proporcionando uma silagem de melhor qualidade aos animais e conseqüentemente sendo mais viável economicamente.

## **CONCLUSÃO**

A silagem de sorgo sem aditivo apesar de ter proporcionado maior consumo de nutrientes para os animais, o desempenho e as características de carcaças foram afetados negativamente.

Não foi encontrado efeito positivo da adição do inoculante a silagem de sorgo, isoladamente, uma vez que o consumo de nutrientes, o desempenho e as características de carcaça dos cordeiros foram afetados negativamente.

A silagem de sorgo com ureia e a silagem de sorgo aditivada com ureia e inoculante proporcionaram os melhores resultados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18.ed. Gaithersburg, 2005.

ADDAH, W.; BAAH, J.; OKINE, E. K.; McALLISTER, T.A. Use of thermal imaging and the in situ technique to assess the impact of an inoculant with feruloyl esterase activity on the aerobic stability and digestibility of barley silage. **Canadian Journal of Animal Science**, v.92, n.3, p.381-394, 2012.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcças ovinas e caprinas - obtenção, avaliação e classificação**. 1. ed. Editora Agropecuária Tropical: Uberaba. 2007. 232 p.

CEZAR, M. F.; SOUZA, W. H. Proposta de avaliação e classificação de carcaças de ovinos deslanados e caprinos. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.4, n.4, p.41-51, 2010.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives-an overview of the technical details**. Buchsburnd Aberdeen: Rowett Research Institute, 1992. 21p.

CHURCH, D. C. **The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition**. Waveland Press, Inc. Prospect Heights, IL, 1993.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE – CIE. **Colorimetry**. 2 ed. Vienna, 1986. (CIE publication 15.2).

FERNANDES, F. E. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; OLIVINDO, C. D. S. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2111-2115, 2009.

FISK, J. (1980) Effects of HCN, Phenolic Acids and Related Compounds in *Sorghum bicolor* on the Feeding Behaviour of the Planthopper *Peregrinus maidis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 27, 211-222.

GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H.O. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS, 2000.106p.

KUNG JR., L.; MUCK, R. E. Animal Response to Silage Additives. **Proceedings...** Silage: Field to Feedbunk. North American Conference, Hershey, Pennsylvania, 1997. p. 200-210.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57,n.4, p.347-358, 1996.

MERTENS, D. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES, 1996, Madison. **Proceedings...** Wisconsin: U. S. Dairy Forage Research Center, 1996. p.81-92.

MERTENS, D. R. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation. In: TEIXEIRA, J. C.; NEIVA, R. S. (Eds.). **Anais...** Simpósio Internacional de Ruminantes. Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras - MG. Brasil, 1992. p. 01-32.

MORAN, J. P.; OWEN, T. R. The effects of Ecosyl treated silage on milk production by lactating cows. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994, Lincoln. **Proceedings...** Lincoln: University of Nebraska, 1994. p. 126.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids.** National Academies Press, 2007.

NSEREKO, V.L.; SMILEY, B.K.; RUTHERFORD, W.M.; Spielbauer, A.; Forrester, K. J.; Hettinger, G. H.; Harman, E. K.; Harman, Bradley R. Influence of inoculating forage with lactic acid bacterial strains that produce ferulate esterase on ensilage and ruminal degradation of fiber. **Animal Feed Science and Technology**, v.145, n.1-4, p.122- 135, 2008.

REIS, R.A.; GARCIA, R.; SILVA, D.J. Efeito da aplicação de amônia anidra sobre a composição química e digestibilidade de in vitro de fenos de três gramíneas tropicais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.3, p.219-224, 1990.

RODRIGUES, S.; CADAVEZ, V.; TEIXEIRA, A. Breed and maturity effects on Churra Galega Bragançana and Suffolk lamb carcass characteristics: killing-out proportion and composition. **Meat Science**, v.72, n.2, p.288-293, 2006.

ROTZ, C.A. 1995. Field curing of forages. In: **Post-harvest physiology and preservation of forages.** Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. p. 39-66.

SAÑUDO, C.; ALFONSO, M.; SÁNCHEZ, A.; DELFA, R.; TEIXEIRA, A. Carcass and meat quality ind light lambs from different fat classes in EU carcass classification system. **Meat Science**, v.56, n.1, p.89-94, 2000.

SILVA, L.F.; PIRES, C.C. Avaliações quantitativas das proporções de osso, músculo e gordura da carcaça em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1253-1260, 2000.

SILVA SOBRINHO, A.G. Body composition and characteristics of carcass from lambs of different genotypes and ages at slaughter. Palmerston North, 1999. 54p. Report (Post Doctorate in Sheep Meat Production) -Massey University.

SILVA SOBRINHO, A. G.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J. C. S. *et al.* **Produção de Carcaça Ovina.** v. p. 12. Jaboticabal, Funep- SP, 2008.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D. G., RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p. 3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P.J.; MERTENS, D.R.; EDINUM, B. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. **Journal of Animal Science**, v.47, n.3, p.712-720, 1978.

WEIBERG, Z. G.; MUCK, R. E. New Trends and Opportunities in the Development and Use of Inoculants for Silage. **FEMS Microbiology Reviews**, v.19, n.1, p. 53-68, 1996.

WHEELER, T. T.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M. Effects of marbling degree on palatability and caloric content of beef. **Beef Research – Progress Report**, v. 4, n. 71, p. 133-134, 1995.

WHEELER, J., MULCAHY, C., WALCOTT, J. and RAPP, G. (1990) Factors Affecting the Hydrogen Cyanide Potential of Forage Sorghum. **Australian Journal of Agricultural Research**, 41, 1093-1100.

YÁÑEZ, E. A.; FERREIRA, A. C. D.; MEDEIROS, A. N.; PEREIRA FILHO, J. M.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; RESENDE, K. T. Methodologies for ribeye area determination in goats. **Small Ruminant Research**, v. 66, p. 197–200, 2006.

## **Capítulo IV**

---

**Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou *Lactobacillus buchneri***

**Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri***

**RESUMO**

Objetivou avaliar o comportamento ingestivo de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas contendo silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri*. Foram utilizados 40 ovinos da raça Santa Inês machos, não castrados, com peso vivo médio inicial de 23 kg  $\pm$  2,68. Foram utilizados quatro tratamentos constituídos por: SS- silagem de sorgo sem aditivo; SSI- silagem de sorgo aditivado com inoculante *Lactobacillus buchneri*; SSU- silagem de sorgo aditivado com ureia; SSIU- silagem de sorgo com ureia e inoculante. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando 4 tratamentos (SS, SSI, SSU e SSIU) e 10 repetições, os quais foram submetidos a ANOVA-SAS, e comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para o consumo de matéria seca em 24h, para alimentação em min /dia, alimentação min/kg MS, ruminação em min /dia, mastigação n°/bolo, mastigação H/dia e ócio min/dia, com médias de 900,3 g/dia, 234,67 min/dia, 263,1 min/kg MS, 523,62 min/dia, 69,48 n°/bolo, 12,71 h/dia, 679,71 min/dia, respectivamente. Houve diferença ( $P>0,05$ ) para o consumo de FDNcp, o menor consumo foi apresentado pela SSU. As silagens de sorgo e de sorgo com inoculante apresentaram menor tempo por kg de FDNcp, a SSIU apresentou maior tempo para ruminação (min/kg MS), as silagens de sorgo e de sorgo com inoculante apresentaram menor tempo de ruminação por kg de FDNcp. A SSU desprendeu maior tempo para a mastigação (seg/bolo), a silagem de sorgo com ureia apresentou menor número de mastigação/dia. Houve diferença ( $P<0,05$ ) para a mastigação minuto/kg de MS, a SS apresentou menor tempo de mastigação, a SSIU apresentou maior tempo de mastigação. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para a eficiência de alimentação (gMS/hora) e eficiência de ruminação (gFDNcp/bolo), apresentando médias de 234,14 gMS/hora e 0,380 gFDNcp/bolo, respectivamente. As silagens de sorgo e silagem de sorgo com inoculante apresentaram maior eficiência (gFDNcp/hora) quando comparadas com as demais silagens. A eficiência de ruminação por bolos (n°/dia) foi influenciada pelas silagens ( $P<0,05$ ), a silagem de sorgo com ureia apresentou menor eficiência por bolo. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para o

número de períodos de alimentação, ruminação, ócio, tempo gasto por período para alimentação, ruminação, ócio e para o consumo médio por período de alimentação da matéria seca, apresentando medias de 12,50 n°/dia, 23,52 n°/dia, 34,14 n°/dia, 19,41 min, 22,23 min, 20,56 min, 0,075 kg, respectivamente. O consumo médio por período de alimentação da FDNcp apresentou diferença significativa ( $P < 0,05$ ), a silagem de sorgo com ureia apresentou menor consumo médio por período de alimentação da FDNcp. A utilização ureia na silagem de sorgo não é eficaz em melhorar a digestibilidade da fibra, visto que os animais desprendem maiores tempos para alimentação e ruminação de FDNcp, além de maiores tempos de mastigação (seg/bolo), (min/kg de MS), (min/kg de FDNcp) e menores eficiências. A utilização de *Lactobacillus buchneri* na silagem de sorgo não altera o comportamento ingestivo dos cordeiros Santa Inês.

**Palavras-chave:** alimentação, mastigação, ócio, ruminação

## **Ingestive behavior of lambs fed diets containing sorghum silages supplemented with urea and *Lactobacillus buchneri***

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the ingestive behavior of Santa Inês lambs fed diets containing sorghum silages supplemented with urea and / or *Lactobacillus buchneri*. A total of 40 male Santa Ines sheep, not castrated, with an initial mean live weight of 23 kg were used. Four treatments were used: SS - sorghum silage without additive; SSI- sorghum silage supplemented with *Lactobacillus buchneri* inoculant; SSU- sorghum silage additive with urea; SSIU- sorghum silage with urea and inoculant. The experimental design was completely randomized, using 4 treatments (SS, SSI, SSU and SSIU) and 10 replicates, all of which were submitted to ANOVA-SAS, and compared by Tukey test at 5% significance. There was no significant difference ( $P>0.05$ ) for dry matter intake in 24h, for feeding in min/day, feeding min/kg DM, rumination in min/day, chewing n°/cake, chewing H/day and idle min/day with a mean of 900.3 g/day, 234.67 min/day, 263.1 min/kg MS, 523.62 min/day, 69.48 ng/bolus, 12.71 h/day, 679.71 min/day, respectively. There was a significant difference ( $P>0.05$ ) for the consumption of NDFcp, the lowest consumption was presented by the SSU. Sorghum and sorghum silages with inoculant presented lower time per kg of NDFc, SSIU showed longer time for rumination (min/kg DM), sorghum and sorghum silages with inoculant showed lower rumination time per kg of NDFc. The SSU gave longer time for chewing (sec/cake), the sorghum silage with urea had a lower chew number/day. There was a significant difference ( $P<0.05$ ) for chewing minute/kg of DM, SS presented shorter chewing time, SSIU presented longer mastication time. There was no significant difference ( $P>0.05$ ) for feed efficiency (gMS/hr) and rumination efficiency (gNDFcp/cake), presenting averages of 234.14 gms/hour and 0.380 gNDFcp/cake, respectively. Sorghum silages and sorghum silage with inoculant showed higher efficiency (gNDFcp/hour) when compared to the other silages. The efficiency of rumination (n/day) was influenced by silages ( $P<0.05$ ), sorghum silage with urea showed lower efficiency per cake. There was no significant difference ( $P>0.05$ ) for the number of feeding, rumination, leisure, time spent per feeding period, rumination, leisure and average consumption per dry matter feeding period,

with averages of 12 , 50 ng/day, 23.52 ng/day, 34.14 ng/day, 19.41 min, 22.23 min, 20.56 min, 0.075 kg, respectively. The average consumption per NDFcp feeding period presented a significant difference ( $P<0.05$ ), the urea sorghum silage presented lower average consumption per NDFcp feed period. The use of urea in sorghum silage is not effective in improving fiber digestibility, since the animals give higher feeding times and rumination of NDFcp, in addition to greater chewing times (sec/bolus), (min/kg DM), (min/kg NDFcp) and lower efficiencies. The use of *Lactobacillus buchneri* in sorghum silage does not alter the ingestive behavior of the Santa Inês lambs.

**Keywords:** feeding, chewing, idling, rumination

## INTRODUÇÃO

Conhecer o comportamento ingestivo vem se mostrando uma ferramenta importante na avaliação das dietas, permitindo um melhor ajuste no manejo alimentar animal para obtenção de um desempenho produtivo adequado (FIGUEREDO et al., 2013). Segundo Macedo et al. (2007) pra compreender o consumo diário de alimentos torna-se necessário estudar individualmente seus elementos, que são o número de refeições consumidos por dia, a duração média das refeições e a velocidade de alimentação de cada refeição.

Segundo Van Soest (1994), o tempo de ruminação é influenciado pela dieta e é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Animais em confinamento ficam em torno de 1h consumindo alimentos ricos em energia ou até mais de 6h para fontes com baixa energia e alto teor de fibra. De acordo com Hodgson (1990), os ruminantes adaptam-se às diferentes condições de alimentação, manejo e ambiente, mudando seu comportamento ingestivo para alcançar e manter determinado nível de consumo, a fim de atender suas exigências nutricionais.

A utilização de ureia na silagens pode melhorar a digestibilidade da fibra, aumentando o consumo dos nutrientes e proporcionando um melhor desempenho animal, associado ao comportamento animal, onde os animais que consumirem essa silagem irão passar mais tempo consumindo do que ruminando. De acordo com Bolsen et al. (2000), a amônia quebra algumas das ligações entre a hemicelulose e outros componentes da parede celular, aumentando tanto a taxa como a extensão da digestão do material tratado,

A adição de *Lactobacillus buchneri* a silagem de sorgo também pode melhorar a degradabilidade da fibra, uma vez que algumas bactérias heterofermentativas (*Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus brevis*) produzem a enzima ferulato-esterases, que aumentam a degradação da parede celular, liberando mais carboidratos solúveis para a fermentação ou utilização pelas bactérias do rúmen (NSEREKO et al., 2008).

Objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas contendo silagens de sorgo aditivadas com ureia e *Lactobacillus buchneri*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local do Experimento

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos, pertencentes à Universidade Federal da Bahia, nos períodos de janeiro a abril de 2015. A temperatura mínima e máxima variou entre 21 e 32°C respectivamente, com média de 26,5°C, com precipitação pluviométrica de 86 mm.

### Animais e Tratamentos

Foram utilizados 40 ovinos da raça Santa Inês machos, não castrados, com peso vivo médio inicial de 23 kg  $\pm$  2,68. Previamente ao início do experimento, os animais foram identificados com brincos, everminados, foi realizada a pesagem, sorteados em seus tratamentos e posteriormente mantidos alojados em baias individuais, com dimensões de 2 m<sup>2</sup>, contendo comedouro e bebedouro.

Foram utilizados quatro tipos de aditivos: SS- silagem de sorgo sem aditivo; SSI- silagem de sorgo aditivado com inoculante *Lactobacillus buchneri*; SSU- silagem de sorgo aditivado com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante. O concentrado foi composto por farelo de soja, milho moído, sal mineral e ureia. As dietas foram formuladas numa relação volumoso:concentrado de 50:50, para ganho de 200 gramas por dia, segundo o NRC (2007). Na Tabela 1 estão apresentados a composição química das dietas experimentais.

**Tabela 1.** Composição química do milho moído (M), farelo de soja (FS), silagem de sorgo (SS), silagem de sorgo com inoculante (SSI), silagem de sorgo com ureia (SSU) e silagem de sorgo com ureia e inoculante (SSUI)

Variável (%)	Ingredientes					
	M	FS	SS	SSI	SSU	SSUI
MS	87,42	88,16	33,04	29,40	30,63	29,78
MM	1,38	7,47	3,88	4,61	3,93	3,64
EE	5,10	1,70	2,80	1,40	3,20	3,10
PB	8,66	49,14	7,05	8,49	10,39	9,14
FDN <sub>cp</sub>	5,92	8,75	59,56	65,14	61,48	60,74
PIDIN (%MS)	0,99	1,48	4,75	5,20	5,10	3,94
FDA	2,48	6,49	34,01	34,1	33,73	35,23
PIDA (%MS)	5,13	19,42	18,00	29,75	23,56	22,54
LIG	0,23	0,18	6,90	12,05	12,11	12,08
HEM	4,49	3,79	25,55	31,04	27,75	25,51
CEL	2,25	6,31	8,32	7,04	10,12	23,2
CNF	78,94	32,94	26,71	20,37	21,10	23,38
FDNi	1,57	1,17	21,24	27,24	23,26	19,71

MS- matéria seca; MM- matéria mineral; EE- extrato etéreo; PB- proteína bruta; FDN<sub>cp</sub>- fibra em detergente neutro corrigido pra cinzas e proteína; PIDIN- proteína insolúvel em detergente neutro; FDA- fibra em

detergente ácido; PIDA- proteína insolúvel em detergente ácido; LIG- lignina; HEM- hemicelulose; CEL- celulose; CNF- carboidrato não fibroso; FDNi- fibra em detergente neutro indigestível;

### **Análises químicas das dietas experimentais e sobras**

As amostras dos alimentos fornecidos e sobras foram pesadas e registradas na manhã do dia seguinte, foram coletadas semanalmente, processadas e armazenadas em freezer a -20°C para posteriores análises.

As amostras de sobras e fezes de cada animal foram secas em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 h e processadas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm. Foram submetidas à análise de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), de acordo com metodologia 934.01; 942.05; 920.39; 968.06; respectivamente, conforme descrito pela AOAC (2005). Para determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi utilizado a metodologia descrita por Mertens (2002). Em todas as amostras, a FDN foi corrigida para cinza e proteína, os resíduos da digestão em detergente neutro e detergente ácido foram incinerados em mufla a 600°C por 4 horas, e a correção para proteína foi efetuada mediante proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), conforme recomendações de Licitra et al. (1996). Os carboidratos não fibrosos foram estimados pelas equações de Sniffen et al. (1992). Na Tabela 2 estão apresentadas as proporções dos ingredientes nas dietas experimentais.

**Tabela 2.** Proporção dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais

<b>Proporção dos ingredientes nas dietas (%)</b>				
	<b>SS</b>	<b>SSI</b>	<b>SSU</b>	<b>SSUI</b>
Silagem	50,0	50,0	50,0	50,0
Farelo de Soja	20,0	19,5	18,5	17,0
Farelo de Soja	20,0	19,5	18,5	17,0
Milho moído	27,5	28,0	29,0	30,5
Mineral	1,5	1,5	1,5	1,5
Ureia	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>Composição química das dietas (%MS)</b>				
MS	60,54	57,93	58,58	58,20
MM	3,81	4,14	3,74	3,51
PB	18,29	19,43	19,61	18,38
EE	3,14	2,46	3,40	3,40
FDN	36,30	39,41	28,06	36,12
CNF	38,73	34,86	45,48	38,34
NDT	74,97	70,07	72,35	71,77

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; MS- matéria seca; MM- matéria mineral; EE- extrato etéreo; PB- proteína bruta; FDN- fibra em detergente neutro; CNF- carboidrato não fibroso; NDT- nutriente digestíveis totais

## **Período Experimental**

As dietas foram fornecidas à vontade duas vezes ao dia, as 8:00 e 16:00 horas, durante todo o período experimental, ajustando-se uma sobra diária de aproximadamente 10 a 20% do oferecido por animal.

O período experimental teve duração de 69 dias, sendo os 15 primeiros dias destinados à adaptação do manejo e as dietas e 54 dias de confinamento. Ao final do ensaio experimental foram feitas amostras compostas por período, e posteriormente submetidas a análises bromatológicas no Laboratório de Nutrição Animal- LANA, da Universidade Federal da Bahia.

## **Comportamento Ingestivo**

Os animais foram submetidos a períodos de observação visual para avaliar seu comportamento ingestivo, que foi realizado no 30º dia e 51º dia do período experimental. As observações se deram por um período de 24h em intervalos de cinco minutos, onde foram avaliados o tempo despendido a alimentação, ruminação e ócio, de acordo com a metodologia de Carvalho et al. (2007). Neste período, foram observados: número de mastigações por bolo ruminal e tempo gasto para ruminação de cada bolo. Foram utilizados quatro observadores treinados dispostos de forma a não incomodar os animais.

Para estimar as variáveis comportamentais de alimentação e ruminação (min/kg MS e FDN), eficiência alimentar (g MS e FDN/hora) e consumo médio de MS e FDN por período de alimentação, utilizou-se os valores de consumo voluntário de MS e FDN do 30º e 51º dia, referentes ao consumo realizado nos dias das observações comportamentais.

O número de bolos ruminados foi calculado dividindo o tempo total de ruminação (min) pelo tempo médio gasto com a ruminação de um bolo. Para a concentração de MS e FDN em cada bolo (g) ruminado dividiu a quantidade de MS e FDN consumida (g/dia) em 24 horas pelo número de bolos ruminados no dia.

A eficiência de alimentação da matéria seca e da FDN foi obtida segundo a fórmula:

$$EALMS = CMS/TAL;$$

$$EALFDN = CFDN/TAL$$

Sendo que: EALMS (g MS consumida/h) é a eficiência de alimentação da matéria seca;

EALFDN (g FDNcp consumida/h) é a eficiência de alimentação da FDNcp;

CMS (g) é o consumo diário de matéria seca;

CFDN (g) é o consumo diário de FDN;

TAL é o tempo gasto diariamente em alimentação;

A eficiência de ruminação da matéria seca e da FDN foi obtida segundo a fórmula:

$$ERUMS = CMS/TRU;$$

$$ERUFDN = CFDN/TRU;$$

Sendo que: ERUMS (g MS ruminada/h) é a eficiência de ruminação da matéria seca; ERUFDN (g FDNcp ruminada/h) é a eficiência de ruminação da FDNcp;

TRU (h/dia) é o tempo de ruminação;

TMT (min/dia) é o tempo de mastigação total;

O número de períodos de alimentação, ruminação e ócio foram contados observando o número sequencial de atividades na planilha de anotações. O tempo médio diário desses períodos foi calculado dividindo a duração total de cada atividade (alimentação, ruminação e ócio) pelo seu respectivo número de períodos.

### **Análise Estatística**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando 4 tratamentos (SS, SSI, SSU e SSUI) e 10 repetições, totalizando 40 unidades experimentais, os quais foram submetidos a análise de variância- SAS, e quando apresentadas diferenças significativas foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O modelo utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + \epsilon_{ij}$$

Onde:

$Y_{ij}$  = resposta observada;

$\mu$ : média geral;

$S_i$ : efeito das silagens;

$\epsilon_{ij}$ : erro aleatório associado a cada observação;

## **RESULTADOS**

Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) para o consumo de matéria seca em 24h, para alimentação em min/dia, alimentação min/kg MS, ruminação em min/dia, mastigação n°/bolo, mastigação h/dia e ócio min/dia (Tabela 3).

Houve diferenças ( $P < 0,01$ ) para o consumo de FDNcp, o menor consumo foi apresentado pelos animais que consumiram a SSU, seguido da SSUI, os maiores consumos foram observados para os animais que consumiram a SS e SSI.

O tempo despendido para a alimentação em minutos/kg de FDNcp foi influenciado pelas silagens ( $P<0,01$ ), os animais que consumiram a SS e a SSI apresentaram menor tempo por kg de FDNcp, os animais que consumiram a SSU apresentou maior tempo para alimentação.

O tempo despendido para ruminação em minutos/kg de MS influenciado pelas silagens ( $P=0,04$ ), os animais que consumiram a SSUI apresentaram maior tempo para ruminação (648,40 min/kg), já os animais que consumiram a SS apresentaram menor tempo despendido para ruminação, os animais que consumiram as SSI e SSU foram semelhantes as demais silagens. O tempo despendido para a ruminação em minutos/kg de FDNcp foi influenciado pelas silagens ( $P<0,01$ ), os animais que consumiram as SS e SSI apresentaram menor tempo por kg de FDNcp, a SSU apresentou maior tempo para alimentação (Tabela 3).

Houve diferença ( $P<0,01$ ) para a mastigação segundo/bolo, os animais que consumiram a SSU desprenderam maior tempo para a mastigação, diferindo dos animais que consumiram SS, os animais que consumiram as SSI e SSUI foram semelhantes as demais silagens. O número por dia de mastigação foi influenciado pelas silagens ( $P<0,01$ ), os animais que consumiram a SSU apresentaram menor número/dia que os animais que consumiram a SS e SSI, os animais que consumiram a SSUI foram semelhante as demais silagens (Tabela 3).

Houve diferença ( $P=0,03$ ) para a mastigação minuto/kg de MS, os animais que consumiram a SS apresentaram menor tempo de mastigação, já os animais que consumiram a SSUI apresentaram maior tempo de mastigação, os animais que consumiram as SSI e SSU apresentaram tempo de mastigação semelhantes as demais silagens. Houve diferença ( $P<0,01$ ) para a mastigação minuto/kg de FDNcp, os animais que consumiram as SS e a SSI apresentaram menor tempo de mastigação/kg de FDNcp, os animais que consumiram a SSU apresentaram maior tempo de mastigação (Tabela 3).

**Tabela 3.** Consumos de matéria seca (CMS) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio em cordeiros submetidos a dietas com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano

Variável	Silagens				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>
	SS	SSI	SSU	SSUI		
	<b>Consumo em 24h (g/dia)</b>					
CMS	978,60	847,70	942,00	832,90	61,52	0,09
CFDNcp	311,60a	298,33a	181,16c	244,68b	19,56	<0,01
	<b>Alimentação</b>					
Min/dia	228,60	228,20	245,70	236,20	10,74	0,64
Min/Kg MS	241,10	269,10	254,78	287,30	107,04	0,13
Min/Kg FDNcp	742,70c	769,60c	1315,45a	963,50b	90,34	<0,01
	<b>Ruminação</b>					
Min/dia	508,20	524,70	526,10	535,50	15,71	0,68
Min/Kg MS	534,70b	622,80ab	586,87ab	648,40a	130,55	0,04
Min/Kg FDNcp	1650,5c	1787,4c	3080,4a	2194,9b	196,77	<0,01
	<b>Mastigação</b>					
Nº/bolo	66,90	64,70	74,34	72,00	3,47	0,12
Seg/bolo	39,60b	45,10ab	56,45a	50,60ab	5,25	<0,01
Nº/dia	51399a	4888a	39343b	44367ab	2802	<0,01
H/dia	12,27	12,84	12,86	12,86	0,34	0,48
Min/Kg MS	776b	892ab	842ab	936a	236,62	0,03
Min/Kg FDNcp	2393c	2557c	4347a	3158b	274,71	<0,01
	<b>Ócio</b>					
Min/dia	705,50	672,22	670,40	670,70	20,45	0,49

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; EPM<sup>1</sup>= Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup>= probabilidade significativa ao nível de 5%; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Não houve diferença para a eficiência de alimentação (gMS/hora) (P=0,05) e eficiência de ruminação (gFDNcp/bolo) (P=0,06) (Tabela 4).

A eficiência de alimentação gFDNcp/hora foi influenciada pelas silagens (P<0,01), os animais que consumiram as SS e SSI apresentaram maior eficiência, quando comparadas com as demais silagens, os animais que consumiram a SSU apresentaram menor eficiência. Houve diferença (P<0,01) para a eficiência de ruminação (gMS/hora), os animais que consumiram a SSUI apresentaram menor eficiência de ruminação, já os animais que consumiram a SS apresentaram maior eficiência, os animais que consumiram as SSI e SSU apresentaram eficiências semelhantes as demais silagens (Tabela 4).

**Tabela 4.** Eficiências de alimentação e ruminação em cordeiros submetidos a dietas com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano

Variável	Silagens				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>
	SS	SSI	SSU	SSUI		
<b>Eficiência da alimentação</b>						
gMS/hora	258,36	225,91	238,51	213,78	16,14	0,05
gFDNcp/hora	79,79a	81,87a	44,78c	62,67b	5,62	<0,01
<b>Eficiência da Ruminação</b>						
gMS/hora	115,71a	97,55ab	104,48ab	93,74b	6,88	<0,01
gFDNcp/hora	36,85a	33,26a	20,76c	27,69b	2,48	<0,01
gMS/bolo	1,28b	1,21b	1,72a	1,29b	0,17	0,01
gFDNcp/bolo	0,407	0,393	0,338	0,382	0,03	0,06
Bolos (nº/dia)	771,65a	790,23a	527,79b	664,75ab	54,99	<0,01

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; EPM<sup>1</sup>= Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup>= probabilidade significativa ao nível de 5%; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A eficiência de ruminação gFDNcp/hora foi influenciada pelas silagens (P<0,01), os animais que consumiram as SS e SSI apresentaram maior eficiência quando comparadas com as demais silagens, os animais que consumiram a SSU apresentaram menor eficiência. Houve diferença (P=0,01) para a eficiência de ruminação (gMS/bolo), os animais que consumiram a SSU apresentaram maior eficiência de ruminação, diferindo das demais silagens. A eficiência de ruminação por bolos (nº/dia) foi influenciada pelas silagens (P<0,01), os animais que consumiram a SSU apresentaram menor eficiência por bolo, os animais que consumiram as SS e de SSI apresentaram maiores eficiências por bolo, os animais que consumiram a SSUI foram semelhante às demais silagens (Tabela 4).

Não houve diferença (P>0,05) para o número de períodos de alimentação, ruminação, ócio, tempo gasto por período para alimentação, ruminação, ócio e para o consumo médio por período de alimentação da matéria seca. O consumo médio por período de alimentação da FDNcp apresentou diferença (P<0,01), os animais que consumiram a SSU apresentaram menor consumo médio por período de alimentação da FDNcp, já os animais que consumiram a SS e a SSI apresentaram maiores consumos, os animais que consumiram os animais que consumiram a SSUI apresentaram consumo semelhante as demais silagens (Tabela 5).

**Tabela 5.** Número e tempo médio despendido por período nas atividades de alimentação, ruminação e ócio e consumos de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) por período de alimentação em cordeiros submetidos a dietas com silagens de sorgo aditivadas com ureia e/ou inoculante microbiano

Variável	Silagens				EPM <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>
	SS	SSI	SSU	SSUI		
<b>Números de períodos (nº/dia)</b>						
Alimentação	14,15	12,25	11,89	11,70	1,14	0,43
Ruminação	25,80	22,55	22,06	23,65	1,34	0,15
Ócio	37,20	32,95	33,17	33,25	0,17	0,14
<b>Tempo gasto por período (min)</b>						
Alimentação	17,30	19,90	21,00	19,45	1,72	0,25
Ruminação	20,10	23,50	22,00	23,30	1,43	0,24
Ócio	19,20	21,45	21,00	20,60	1,72	0,64
<b>Consumo médio por período de alimentação (kg)</b>						
MS	0,073	0,076	0,081	0,070	0,007	0,65
FDNcp	0,023a	0,027a	0,015b	0,020ab	0,002	<0,01

SS- silagem de sorgo; SSI- silagem de sorgo com inoculante; SSU- silagem de sorgo com ureia; SSUI- silagem de sorgo com ureia e inoculante; EPM<sup>1</sup>= Erro Padrão da Média. P-Valor<sup>2</sup>= probabilidade significativa ao nível de 5%; Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## DISCUSSÃO

Os tempos (min/dia) despendidos para alimentação, ruminação e ócio não foram afetados pelas silagens. Frasson et al. (2016) avaliando o efeito do nível de substituição de silagem de sorgo por resíduo úmido de cervejaria (RUC), encontraram valores médios de 205,00 min/dia para alimentação; 456,66 min/dia para ruminação e 748,33 min/dia para ócio para a silagem de sorgo sem inclusão, esses autores afirmaram que em à medida que se aumentou o nível de inclusão do RUC ocorreu um incremento na densidade energética das dietas, sendo que isso ocorreu pela maior concentração de energia do RUC em comparação a silagem de sorgo bem como devido a uma maior participação de milho quebrado no concentrado, aspectos esses que podem ter levado a redução do tempo despendido em alimentação.

Observou que houve menor consumo de FDNcp em 24 horas (g/dia) para os animais que consumiram a SSU, seguido da SSUI. O tempo despendido para alimentação de FDNcp foi maior para os animais que consumiram a SSU e conseqüentemente passaram um tempo maior para ruminar esse FDNcp. Apesar de ter apresentado em sua composição química teores de FDNcp de 61,48% e teores de hemicelulose de 27,75% para a SSU, não foi observado efeito benéfico do uso da ureia na digestão da parede celular, como comentado

por alguns autores, visto que os animais passaram um tempo maior ruminando a silagem de sorgo que foi aditivada com ureia, do que as outras silagens.

De acordo com Van Soest (1994), o aumento no teor de FDN causa aumento no tempo de ruminação visto que há maior necessidade de processamento da fibra, o presente trabalho demonstrou que ocorreu um menor consumo de FDNcp, um maior tempo despendido ao consumo de FDNcp e maior tempo de ruminação para os animais que consumiram essa silagem.

A ruminação para a MS (min/ kg de MS) foi maior para os animais que consumiram a silagem de sorgo com ureia e inoculante e menor para os animais que consumiram a silagem de sorgo. O número de mastigação por bolo (nº/bolo) e em horas de mastigações por dia (H/dia) não foram afetados pelas silagens, contudo o tempo gasto em segundo por bolo (seg/bolo) foi influenciado pelos aditivos, apresentando maior tempo para os animais que consumiram a silagem de sorgo com ureia, este fato está associado ao maior tempo despendido para alimentação e ruminação da FDNcp, haja vista que a fibra está diretamente relacionada com o tempo de mastigação, fibra mais grosseira demanda maior tempo de mastigação para diminuir o tamanho de partícula e assim ser aproveitado pelos animais.

O número de bolos/dia foi influenciado pelas dietas, o número de bolos/dia é dependente do tempo de ruminação e de mastigação/bolo, o que explica o menor tempo de bolos por dia para os animais que consumiram a silagem de sorgo com ureia, visto que esses animais demandaram maior tempo de mastigação por bolo, isso devido ao FDN. Magalhães et al. (2012) não observaram diferença significativa da silagem de cana-de-açúcar com óxido de cálcio em relação à silagem com ureia para a mastigação em número de bolo, segundo/bolo, nº/dia e minutos/kg de MS e FDN.

O tempo de mastigação total (hora/dia) não foi alterado, fato que pode ter ocorrido em função dos tempos despendidos nas atividades de alimentação e ruminação que não diferiram entre os animais dos tratamentos, uma vez que o tempo de mastigação total é obtido pela soma do tempo gasto em alimentação e ruminação em 24 horas.

O tempo de mastigações em minutos por quilograma de matéria seca (Min/kg MS), e em minutos por quilograma de FDNcp sofreram efeito dos aditivos, este fato está relacionado com o tempo de ruminação em minutos por quilo de MS e FDNcp, onde o maior tempo de ruminação min/kg MS foi observado para os animais que consumiram silagens de sorgo com ureia e inoculante, e o maior tempo de ruminação min/kg FDNcp observado para os animais que consumiram silagens de sorgo com ureia.

A eficiência de alimentação gramas de MS por hora não foi influenciada pelos diferentes aditivos, contudo a eficiência de alimentação gramas de FDNcp por hora foi influenciada, esse resultado está relacionado o consumo em 24 horas (g/dia), visto que a eficiência é obtida a partir do consumo em gramas pelo tempo gasto com alimentação em minutos (BÜRGER et al., 2000).

A eficiência da ruminação tanto da MS quanto da FDNcp sofreram efeito das diferentes dietas, este resultado está relacionado com o consumo de MS e FDN na ruminação, foi observado menor ERUM da MS para os animais que consumiram silagem de sorgo com ureia e inoculante e menor ERUM da FDN para os animais que consumiram silagem de sorgo com ureia. De acordo com Carvalho et al. (2004), a eficiência de ruminação é um importante mecanismo para avaliar a utilização de alimentos de baixa digestibilidade, visto que é possível identificar se o teor de FDN da dieta está reduzindo o consumo e conseqüentemente o desempenho dos animais. Frasson et al. (2016) encontraram valores médios de eficiência de alimentação (EAL) da MS e da FDN de 455 gMS/hora e 155 gMS/hora, respectivamente, e para a eficiência de ruminação (ERUM) da MS e da FDN de 142,6 gMS/hora e 65,5 gMS/hora, respectivamente.

A eficiência de ruminação em gramas de MS por bolo e o número de bolos por dia foram influenciadas pelos aditivos, a SSU proporcionou maior ERUM de MS que as demais silagens, a eficiência de ruminação em gramas de FDN por bolo não foi influenciada pelas silagens. A eficiência de ruminação em gramas de MS por bolo está relacionada com o consumo de MS e o número de bolos/ dia, quanto maior o número de bolos/dia menor a ERUM da MS.

Os números de períodos (nº/dia) e o tempo gasto por período (min) para a alimentação, ruminação e ócio não foram influenciados pelas diferentes silagens, assim como o consumo médio de MS por período de alimentação, apresentando comportamento semelhante dos animais as silagens, contudo o consumo médio de FDN por período de alimentação apresentou efeito das silagens, onde os animais que consumiram a silagem de ureia apresentaram menor consumo de FDNcp por período de alimentação.

## CONCLUSÃO

A utilização de ureia na silagem de sorgo não mostra eficaz em melhorar a digestibilidade da fibra, visto que os animais desprenderam maiores tempos para alimentação e ruminação de FDNcp, além de maiores tempos de mastigação (seg/bolo), (min/kg de MS), (min/kg de FDNcp) e menores eficiências. A utilização de *Lactobacillus buchneri* na silagem de sorgo não altera o comportamento ingestivo dos cordeiros Santa Inês.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18.ed. Gaithersburg, 2005.

BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E.; FEYERHERM, A. M., URBAN, J. E., AIMUTIS, W. R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.11, p.3066-3083, 1992.

BURGÜER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.236-242, 2000.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J.V.; SILVA, F. F.; VELOSO, C. M.; SILVA, R. R.; SILVA, H. G. O.; BONOMO, P.; MENDONÇA, S. S. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 919-925, 2004.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; OLIVEIRA, H.G.; VELOSO, C.M.; SILVA, R.R. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de cabras lactantes alimentadas com farelo de cacau e torta de dendê. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 103-110, 2007.

FIGUEIREDO, M. R. P.; SALIBA, E. O. S.; BORGES, G. M. N.; G. M. N., AGUIAR, F.; SÁ, H. C. M. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.485-489, 2013.

FRASSON, M. F.; CARVALHO, S.; PIRES, C. C. ; SIMÕES, F. S. B.; SEVERO, M. M.; FARINHA, E. T.; MENEGON, A.M.; SIMÕES, R.R.; MELLO, V.L.; KAYSER, A. Comportamento ingestivo e produtivo de cordeiros alimentados com resíduo úmido de cervejaria em substituição a silagem de sorgo. **Archivos de Zootecnia**, v.65, n.250, p.183-190. 2016.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Inglaterra: Longman Handbooks in Agriculture, 1990. 203 p.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57,n.4, p.347-358, 1996.

MACEDO, C. A. B.; MIZUBUTI, I. Y.; MOREIRA, F. B.; PEREIRA, E. S.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; RAMOS, B. M. O.; MORI, R. M.; PINTO, A. P.; ALVES, T. C.; CASIMIRO, T. R. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dietas com diferentes níveis de bagaço de laranja em substituição à silagem de sorgo na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1910-1916, 2007.

MAGALHÃES, A. F.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.D.; CARVALHO, G. G. P. D.; CHAGAS, D. M. T.; MAGALHÃES, L. A. Comportamento ingestivo de ovinos

alimentados com cana-de-açúcar ensilada com óxido de cálcio ou ureia. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.1, p. 57 - 66, 2012.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids**. National Academies Press, 2007.

NSEREKO, V.L.; SMILEY, B.K.; RUTHERFORD, W.M.; Spielbauer, A.; Forrester, K. J.; Hettinger, G. H.; Harman, E. K.; Harman, Bradley R. Influence of inoculating forage with lactic acid bacterial strains that produce ferulate esterase on ensilage and ruminal degradation of fiber. **Animal Feed Science and Technology**, v.145, n.1-4, p.122- 135, 2008.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J.; FOX, D. G., e RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p. 3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. London: Constock, 1994.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para se obter uma silagem de qualidade torna-se necessário utilizar uma forrageira que tenha características desejáveis para que ocorra uma fermentação adequada e conseqüentemente um material estabilizado e conservado, dentre essas características encontram-se o teor de matéria seca apropriado, concentração de carboidratos solúveis adequado, baixa capacidade tampão, entre outros.

O sorgo possui essas características e se torna ideal para o processo de ensilagem, contudo algumas variedades de sorgo possuem excesso de carboidratos solúveis, que podem prejudicar a qualidade da silagem, devido a presença de leveduras, formação de etanol e conseqüentemente perdas por gases, diminuindo a estabilidade aeróbia das silagens. Com isso, o uso de aditivos se faz necessário, para controlar a população microbiana e melhorar a estabilidade das silagens.

Os resultados obtidos nessa pesquisa demonstram que o *Lactobacillus buchneri* adicionado à silagem de sorgo foi eficaz na redução de mofos e leveduras, diminuindo as perdas por gases, melhorando a estabilidade aeróbia das silagens, contudo afetou negativamente os parâmetros produtivos de cordeiros Santa Inês.

Já a adição de ureia isoladamente a silagem de sorgo precisa ser avaliada quanto a sua eficácia no controle de mofos e leveduras e conseqüentemente na estabilidade aeróbia, visto que no presente trabalho a sua utilização não foi eficaz em melhorar a estabilidade aeróbia, além de não ter melhorado a digestibilidade da fibra, porém os resultados com animais garantiram melhor desempenho.

A adição dos dois aditivos a silagem apresentaram os melhores resultados para composição química, perfil fermentativo, perdas, estabilidade aeróbia das silagens, além dos melhores resultados para os parâmetros produtivos metabólicos e características de carcaça e de carne de cordeiros Santa Inês.

Faz-se necessários mais estudos voltados à utilização da ureia e do inoculante microbiano nas silagens de sorgo, devido a alguns resultados controversos que são encontrados na literatura. Além de avaliar economicamente se é viável sua adição à silagem, levando em consideração as vantagens e desvantagens dos aditivos.