



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA**  
**MESTRADO EM SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL NA AMAZÔNIA**

**RITA DE CÁSSIA ALMEIDA DE MENDONÇA**

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS  
DE MILHO PRODUZIDAS COM PLANTAS COLHIDAS EM DUAS ALTURAS,  
INOCULADAS OU NÃO**

**BELÉM**

**2016**

**RITA DE CÁSSIA ALMEIDA DE MENDONÇA**

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS  
DE MILHO PRODUZIDAS COM PLANTAS COLHIDAS EM DUAS ALTURAS,  
INOCULADAS OU NÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia: área de concentração Produção Animal, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Aníbal Coutinho do Rêgo

**BELÉM**

**2016**

---

Mendonça, Rita de Cássia Almeida de

Características fermentativas e valor nutritivo de silagens de milho produzidas com plantas colhidas em duas alturas, inoculadas ou não / Silas Santiago Rodrigues Filho. - Belém, 2016.

88 f.

Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2016.

Orientador: Aníbal Coutinho do Rêgo

1. Milho - silagem 2. Milho - colheita - altura 3. Forragem – conservação 4. Silagem - consumo animal 5. *Lactobacillus plantarum* 6. *Propionibacterium acidipropionici* I. Rêgo, Aníbal Coutinho do, (Orient.) II. Título

---

CDD – 636.0862

**RITA DE CÁSSIA ALMEIDA DE MENDONÇA**

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS  
DE MILHO PRODUZIDAS COM PLANTAS COLHIDAS EM DUAS ALTURAS,  
INOCULADAS OU NÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia: área de concentração Produção Animal, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Aníbal Coutinho do Rêgo

Data de Aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Aníbal Coutinho do Rêgo - Orientador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

---

Prof. Dr. Cristian Faturi - 1º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

---

Prof. Dr. Felipe Nogueira Domingues - 2º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL PARÁ - UFPA

---

Prof. Dr. André Guimarães Maciel e Silva - 3º Examinador  
UNIVERSIDADE FEDERAL PARÁ - UFPA

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me iluminar com sabedoria e discernimento nos momentos difíceis e pela fé que me mantém firme em busca de meus objetivos profissionais.

A Universidade Federal Rural da Amazônia pela oportunidade de poder realizar o mestrado em Produção Animal na linha de pesquisa de Conservação de Forragem.

Ao meu orientador Professor Dr. Aníbal Coutinho do Rêgo por acreditar no meu potencial, me orientar com paciência e sempre me passar motivação e incentivo.

Aos membros do Grupo de Estudo em Ruminantes e Forragicultura da Amazônia (GERFAM), especialmente aos membros Marcus Cardoso, Márcia Ferreira, Wânia Mendonça e Wagner Lopes Filho por serem pessoas dedicadas e prestativas.

Aos professores Cristian Faturi e Carissa Bichara por me nortear em alguns momentos durante a pesquisa.

Ao proprietário da Fazenda Mutirão, Carlos Eduardo Ribeiro do Valle, ao Zootecnista e gerente da fazenda, José Eduardo Barros, e ao Professor Dr. Felipe Domingues pelo apoio durante a execução do experimento.

A Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de poder realizar uma disciplina ministrada pelo grande pesquisador Kung Jr.

A minha mãe, Izauli Mendonça por me conduzir durante minhas caminhadas, estar sempre disposta a me ajudar e por ser um exemplo de pessoa.

Aos meus irmãos, Carolina Mendonça e Eduardo Mendonça por estarem ao meu lado me dando apoio e carinho.

Ao meu namorado, João Vitor Maciel e a sua família por serem prestativos e por me acolherem com amor e carinho sempre que necessário.

Ao meu tio Miltom por sempre colaborar com minhas pesquisas, sendo com conhecimento ou utensílios para análise.

Aos professores de pós-graduação por contribuírem com conhecimentos e sugestões para meu desempenho acadêmico.

Aos meus amigos, Felipe, Carlos, Maiara, Kaius, Fabiola e Thaiz por torcerem pelo meu sucesso e por compreenderem minha ausência durante os momentos corridos.

A minha grande amiga Sarah por todo auxílio, dedicação, preocupação e paciência nos momentos difíceis.

A CAPES por me apoiar com a bolsa de pós-graduação.

Agradeço a todos que contribuíram para que eu obtivesse esse título.

## LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

% PV - Percentagem do peso vivo

A - Altura

A × I - Interação altura e inoculação

AMP. - Amplitude entre a temperatura máxima e a ambiente

BAL - Bactérias ácido lácticas

CDACNF - Coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos

CDAEE - Coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo

CDAFDA - Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido

CDAFDN - Coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro

CDAMO - Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica

CDAMS - Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca

CDAPB - Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta

CI - Com inoculante

CM - Centímetros

CMDCNF - Consumo médio diário de carboidratos não fibrosos

CMDEE - Consumo médio diário de extrato etéreo

CMDFDA - Consumo médio diário de fibra em detergente ácido

CMDFDN - Consumo médio diário de fibra em detergente neutro

CMDMO - Consumo médio diário de matéria orgânica

CMDMS - Consumo médio diário de matéria seca

CMDNDT - Consumo médio diário de nutrientes digestíveis totais

CMDPB - Consumo médio diário de proteína bruta

CNF - Carboidratos não fibrosos

CSA - Carboidratos solúveis em água

CT - Carboidratos totais

EALFDN - Eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro

EALMS - Eficiência de alimentação da matéria seca

EE - Extrato etéreo

ERUFDN - Eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro

ERUMS - Eficiência de ruminação da matéria seca

F.F. - Fungos filamentosos

FDA - Fibra em detergente ácido

FDN - Fibra em detergente neutro

FDNcp - Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas

G/KG - Grama por quilo

G/UTM - Gramas por unidade de tamanho metabólico

I - Inoculação

LEV. - Leveduras

MM - Matéria mineral

MN - Matéria natural

MO - Matéria orgânica

MS - Matéria seca

N - Nitrogênio

NBR - Número de bolos ruminais

NDT - Nutrientes digestíveis totais

NDT% - Nutrientes digestíveis totais em percentual

NMM - Número de mastigação merícica

N-NH<sub>3</sub>/NT - Nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total

PB - Proteína bruta

PH1 - Porção visualmente deteriorada

PH2 - Porção visualmente boa

PIB - Produto interno bruto

SE - Erro padrão da média

SI - Sem inoculante

T1 - Silagens de plantas de milho colhidas a 25 cm sem inoculante

T2 - Silagens de plantas de milho colhidas a 25 cm

T3 - Silagens de plantas de milho colhidas a 40 cm sem inoculante

T4 - Silagens de plantas de milho colhidas a 40 cm com inoculante

THM - Tempo em horas necessário para alcançar a temperatura máxima

TM - Temperatura máxima

TMT - Tempo de mastigação total

TRB - Tempo de ruminação por bolo

UFC - Unidades formadoras de colônia

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teor de nutrientes de silagens de milho de plantas colhidas em diferentes alturas.....	18
Tabela 2 - Composição química de plantas de milho colhidas em duas alturas de corte (g/kg).....	35
Tabela 3 - Composição química das silagens confeccionadas com plantas de milho colhidas em duas alturas de corte, sem ou com inoculante bacteriano (g/kg).....	40
Tabela 4 - Características fermentativas e contagem de fungos filamentosos e leveduras de silagens confeccionadas com plantas de milho colhidas em duas alturas de corte, sem ou com inoculante bacteriano.....	42
Tabela 5 - Dados de temperatura de silagens de plantas de milho colhidas em duas alturas de corte, sem e com inoculante bacteriano durante doze dias de exposição aeróbia.....	45
Tabela 6 - Composição química (g/kg), pH e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (%) de silagens confeccionadas com plantas de milho colhidas em duas alturas de corte, sem ou com inoculante bacteriano.....	55
Tabela 7 - Consumo de matéria seca, nutrientes e nutrientes digestíveis totais de ovinos alimentados com silagens de milho, de plantas colhidas em duas alturas de corte, com e sem inoculante bacteriano.....	60
Tabela 8 - Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes, e percentual de nutrientes digestíveis totais de ovinos alimentados com silagens de milho, de plantas colhidas em duas alturas de corte, com e sem inoculante bacteriano.....	64
Tabela 9 - Balanço de nitrogênio de animais alimentados silagens de milho, de plantas colhidas em duas alturas de corte, sem ou com inoculante bacteriano.....	66
Tabela 10 - Composição química (g/kg), pH e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (%) de silagens confeccionadas com plantas de milho colhidas em duas alturas de corte, sem ou com inoculante bacteriano.....	74
Tabela 11 - Tempo de alimentação, ruminação e ócio por dia de ovinos alimentados com silagens de milho, de plantas colhidas em duas alturas de corte, sem e com inoculante bacteriano.....	78
Tabela 12 - Número de bolos ruminais e mastigação meréricas por dia, tempo de ruminação por bolo (segundos) e mastigação por dia de ovinos alimentados com silagens de milho, de	

plantas colhidas em duas alturas de corte, sem e com inoculante bacteriano.....79

Tabela 13 - Consumos médio diário de matéria seca e fibra em detergente neutro (g/dia), eficiência de ingestão (g/MS e FDN/d) e ruminação (g/MS e FDN/h) de ovinos alimentados com silagens de milho, de plantas colhidas em duas alturas de corte, sem e com inoculante bacteriano.....80

## SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRACT .....	14
1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
REFERÊNCIAS .....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	16
2.1 Cultura do milho para ensilagem .....	16
2.2 Alturas na colheita de plantas de milho para ensilagem .....	18
2.3 Inoculante bacteriano com a combinação de bactérias <i>Lactobacillus plantarum</i> e <i>Propionibacterium acidipropionici</i> .....	21
REFERÊNCIAS .....	26
3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGENS DE PLANTAS DE MILHO COLHIDAS EM DUAS ALTURAS, INOCULADAS OU NÃO <sup>1</sup> .....	31
3.1 Introdução .....	32
3.2 Material e métodos.....	33
3.3 Resultados e Discussão .....	39
3.4 Conclusão.....	47
REFERÊNCIAS .....	48
4. VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS DE PLANTAS DE MILHO COLHIDAS EM DUAS ALTURAS DE CORTE, INOCULADAS OU NÃO <sup>2</sup> .....	51
4.1 Introdução .....	52
4.2 Material e métodos.....	53
4.3 Resultados e Discussão .....	58
4.4 Conclusão.....	67
REFERÊNCIAS .....	67
5. COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVINOS ALIMENTADOS COM SILAGENS DE PLANTAS DE MILHO COLHIDAS EM DUAS ALTURAS DE CORTE, INOCULADAS OU NÃO <sup>3</sup> .....	70
5.1 Introdução .....	71
5.2 Material e métodos.....	72
5.3 Resultados e Discussão .....	77
5.4 Conclusão.....	85
REFERÊNCIAS .....	85

<b>6. CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>88</b>
----------------------------------	-----------

## RESUMO

A silagem de milho é uma das principais opções de volumoso utilizada na alimentação de ruminantes. No entanto, práticas de manejo que visam potencializar a eficiência de uso da cultura na colheita e a melhoria no tempo de estabilidade aeróbia ainda precisam ser consolidadas. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da altura de colheita, de 25 e 40 cm, e da inoculação bacteriana, com a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, sobre as características fermentativas e o valor nutritivo de silagens de milho. As avaliações referentes à composição química, características fermentativas, estabilidade aeróbia, contagem de leveduras e fungos das silagens foram realizadas utilizando-se 24 silos, em um delineamento inteiramente ao acaso, arranjos em esquema fatorial  $2 \times 2$ , com duas alturas de colheita (25 ou 40 cm do solo) e com duas inoculações bacteriana (sem ou com inoculante). As avaliações de consumo, digestibilidade aparente, balanço de nitrogênio e o comportamento ingestivo foram avaliados utilizando-se 24 ovinos machos, com peso corporal médio de  $27 \pm 3$  kg, em um delineamento em blocos casualizados, arranjos da mesma forma como no ensaio anterior. Observou-se interação ( $p < 0,05$ ) altura  $\times$  inoculação para os teores de proteína bruta (PB) e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>/NT), onde as silagens confeccionadas com plantas de milho colhidas a 25 cm com inoculante apresentaram maiores teores de PB (53,2 g/kg) em relação as sem inoculante (48,1 g/kg), devido a ação do inoculante, que contribuiu para diminuição de perdas de PB nessas silagens. A colheita na altura de 40 cm proporcionou maiores ( $p < 0,05$ ) teores de matéria seca (346,1 g/kg), PB (56,8 g/kg) e carboidratos não fibrosos (482,1 g/kg), e menores ( $p < 0,05$ ) teores de fibra em detergente neutro (402,9 g/kg). Entretanto, durante os doze dias de exposição aeróbia, a temperatura das silagens de milho não estabilizaram com a temperatura ambiente da sala climatizada (21°C), inviabilizando o cálculo da estabilidade aeróbia. Observou-se maior ( $p < 0,05$ ) consumo de proteína bruta, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais aos animais alimentados com silagens de plantas de milho colhidas a 40 cm, assim também como melhor balanço de nitrogênio. Observou-se redução ( $p < 0,05$ ) na digestibilidade de proteína bruta e extrato etéreo, e aumento ( $p < 0,05$ ) na digestibilidade da fibra em detergente ácido de silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm. Observou-se que os animais despenderam maior ( $p < 0,05$ ) tempo em ruminação e ócio, com menor ( $p < 0,05$ ) tempo em alimentação. Em média os ovinos passaram 4,32 horas/dia (h/d) em alimentação, 10,05 h/d em ruminação e 9,63 h/d em ócio. Conclui-se que a altura de colheita de 40 cm, em relação a de 25 cm, proporciona melhores características químicas às silagens de milho. A inoculação bacteriana influencia pouco na composição de química das silagens e proporciona um eficiente processo fermentativo, mas ocasionando estabilidade aeróbia inconclusiva. Essas práticas afetam pouco o consumo, digestibilidade e o balanço de nitrogênio, e não afetam o comportamento ingestivo de ovinos alimentados exclusivamente com silagens de milho.

**Palavras-chave:** altura de colheita, conservação de forragem, consumo animal, *Lactobacillus plantarum*, *Propionibacterium acidipropionici*

## ABSTRACT

Corn silage is one of the bulky options used in ruminant feed. However, management practices aimed at enhancing the harvesting crop use efficiency and improved aerobic stability of time yet to be consolidated. The objective was to evaluate the effect of cutting height of whole-plant corn at the time of harvest from, 25 and 40 cm, and bacterial inoculation, with the combination of bacteria *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici*, on the fermentative characteristics and nutritive value of corn silage for sheep. The chemical composition, fermentation characteristics, aerobic stability, yeasts and molds count of silages were evaluated using 24 silos in a completely randomized design, arranged in 2 × 2 factorial arrangement, with two cutting height (25 or 40 cm ground) and with two bacterial inoculations (with or without inoculation). The intake, digestibility, nitrogen balance and feeding behavior were evaluated using 24 male sheep, with average body weight of 27 ± 3 kg, in a randomized block design, arranged in the same way as in the previous test. There was interaction (p<0.05) height × inoculation for crude protein (CP) and ammonia nitrogen to total nitrogen (N-NH<sub>3</sub>/NT), where the silage made from corn plants harvested 25 cm with inoculant had higher CP (53.2 g/kg) compared to without inoculant (48.1 g/kg), due to the action of inoculant, which contributed to reduced losses of PB in these silages. The harvest in the height of 40 cm resulted in higher (p<0.05) dry matter (346.1 g/kg), PB (56.8 g/kg) and non-fiber carbohydrates (482.1 g/kg) and lower (p<0.05) fiber neutral detergent (402.9 g/kg). However, during the twelve days of aerobic exposure, the temperature of corn silages not stabilized to the ambient temperature of the air-conditioned room (21°C), making it impossible to calculate the aerobic stability. There was a greater (p <0.05) CP intake, non-fibrous carbohydrates and total digestible nutrients to animals fed silage corn plants from 40 cm, so as better nitrogen balance. There was a reduction in CP digestibility and ether extract, and increased digestibility of acid detergent fiber silage corn plants harvested at the height of 25 cm. It was observed that the animals spent more time in ruminating and idle, with less time on eating. On average sheep spent 4.32 hours/day (h/d) in eating, 10.05 h/d in rumination and 9.63 h/d in idle. It is concluded that the cutting height of 40 cm, compared to 25 cm provides the best chemical characteristics corn silage. Bacterial inoculation influence little in the chemical composition of silages and provides an efficient fermentation process, but aerobic stability is inconclusive. These practices little affect intake, digestibility and nitrogen balance, and do not affect the feeding behavior of sheep fed exclusively with corn silage.

**Palavras-chave:** animal feed, cutting height, forage conservation, *Lactobacillus plantarum*, *Propionibacterium acidipropioni*

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A agropecuária brasileira ocupa papel de destaque no cenário econômico, contribuindo com cerca de 21,0% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Segundo o Relatório PIB AGRO-BRASIL (CEPEA, 2014), o setor pecuário é responsável por 32,0% das atividades relacionadas à agropecuária nacional, o que representou dessa forma aproximadamente 6,9% do PIB no ano de 2014, demonstrando um acréscimo de 7,0% em comparação ao ano de 2013.

Outra forma de expressar o impacto dessa atividade é pela magnitude do rebanho nacional de bovinos e outras espécies ruminantes. O país possui o segundo maior efetivo do mundo com 211 milhões de cabeças, além de bubalinos, caprinos e ovinos, com efetivo de rebanho de 1; 8 e 16 milhões de cabeças, respectivamente (IBGE, 2012). A principal forma de produção desses animais, seja para produção de leite ou carne ainda é predominantemente extensiva ou semiextensiva, exigindo pastagens bem manejadas e o uso de suplementos volumosos a fim de atender as exigências dos animais em períodos de baixa disponibilidade de forragem.

Nesse contexto, o uso de silagem surgiu como uma alternativa estratégica em tornar a produção agropecuária menos dependente das condições climáticas, sendo bem empregada atualmente nos sistemas de produção semi-intensivos durante o período seco e nos sistemas intensivos durante todo ano. Nesses sistemas mais tecnificados existe muitas vezes uma maior necessidade por dietas bem equilibradas e ajustadas, a fim de aumentar a eficiência de uso do alto volume de capital mobilizado, exigindo-se para isso, o uso de silagens de alto valor nutricional, como a silagem de milho, que pode atender a demanda energética dos animais, reduzindo os custos com a alimentação, em função da menor inclusão de ração concentrada.

No Brasil, Bernardes e Rêgo (2014) observaram em um levantamento sobre práticas de produção e utilização de silagens em fazendas leiteiras, que 97,0% dos produtores entrevistados usam o milho para produção de silagem. O elevado uso é em função dessa cultura apresentar adequados teores de matéria seca no momento ideal da colheita, baixo poder tampão e bons teores de carboidratos solúveis em água para boa fermentação, originando silagens de qualidade (KIYOTA et al., 2011). No entanto, práticas de manejo como a elevação da altura de colheita da planta para ensilagem podem possibilitar ainda mais a potencialização e produção de silagens mais nutritivas.

De maneira geral, a elevação da altura de colheita da planta de milho, apesar de reduzir o rendimento da cultura colhida por área, visa incrementar o valor nutricional da silagem pelo

aumento de frações mais digestíveis pela concentração de grãos e redução da fração colmo (WU; ROTH, 2005). Além disso, a elevação da altura de corte tende a acelerar o processo de colheita com a redução de paradas do trator minimizando problemas de embuchamento das máquinas (EMBRAPA 2012), principalmente em colheitas de áreas que tenham a cultura do milho cultivada na forma consorciada com capins tropicais.

No entanto, silagens de elevado valor nutritivo tendem a deteriorarem mais rápido por serem mais instáveis em meio aeróbio, tornando necessário o emprego de aditivos bacterianos na ensilagem (BASSO, 2014). O uso de aditivos bacteriano contendo a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, pode ser uma alternativa, pois esse inoculante visa manter o perfil fermentativo da silagem e melhorar a estabilidade aeróbia das silagens na fase pós-abertura.

As bactérias *Lactobacillus plantarum* atuam no perfil fermentativo da massa ensilada, com a intensiva produção de ácido lático, promovendo a rápida queda do pH e aumento da preservação da silagem. Enquanto que as bactérias *Propionibacterium acidipropionici* atuam na fase pós-abertura, pois apresentam como produtos da fermentação os ácidos acético e principalmente o propiônico, de ação antifúngica, inibindo o crescimento dos precursores da deterioração aeróbia (leveduras e fungos filamentosos) na fase pós-abertura.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da altura de colheita, de 25 ou 40 cm, e da inoculação bacteriana, com a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, sobre as características fermentativas e o valor nutritivo de silagens de milho. Para isso foram feitos três experimentos, os quais estão divididos em três capítulos nessa dissertação. O primeiro capítulo (item 3) aborda avaliações químicas e fermentativas das silagens de milho. O segundo capítulo (item 4) e o terceiro capítulo (item 5) abordam a avaliação do valor nutritivo e o comportamento ingestivo de ovinos alimentados exclusivamente com silagens de milho, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

- BASSO, F.C. et al. Effects of feeding corn silage inoculated with microbial additives on the ruminal fermentation, microbial protein yield, and growth performance of lambs. **Journal of Animal Science**, Madison, v. 92, n. 12, p. 5640-5650, 2014.
- BERNARDES, T. F.; REGO, A. C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 3, p.1852-1861, 2014.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Relatório PIB AGRO-BRASIL. São Paulo, SP, 2014. 11p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira. ed. Brasília, DF, 2012.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, v. 40, p.1-71, 2012. 71p.
- KIYOTA, N. et al. **Silagem de milho na atividade leiteira do sudoeste do Paraná**: do manejo de solo e de seus nutrientes á ensilagem de planta inteira e grãos úmidos. Londrina: IAPAR, 2011. 124p.
- WU, Z.; ROTH, G. Considerations in managing cutting height of corn silage. **College Park: Pennsylvania State University**. 2005. 7p.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura do milho para ensilagem

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea tropical, originária do México, pertencente à família das Poaceae e cultivado em muitas partes do Mundo, como nos Estados Unidos da América, Argentina, África do sul e Brasil (BARROS; CALADO, 2014). Anualmente são plantados no mundo cerca de 170 milhões de hectares, sendo a produção e a produtividade mundial de aproximadamente 840 milhões de toneladas e 5.500 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (CIMILHO, 2012). O destino dessa produção vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia, demonstrando o potencial econômico do milho (EMBRAPA, 2015).

No mundo, cerca de 70% do milho consumido é destinado à alimentação animal, variando de 60 a 80% no Brasil (DUARTE et al., 2010), por esse cereal constituir uma importante fonte energética na dieta. O seu uso na alimentação de bovinos e outros ruminantes pode ser feito através do fornecimento dos grãos, inteiros ou processados, e através do fornecimento da planta picada, na forma natural ou conservada. A forma de fornecimento irá depender do planejamento de alimentação adotado na propriedade ao longo do ano.

Alguns produtores, por exemplo, planejam a produção de silagem de milho para ser fornecida aos animais durante o período seco, em virtude da variação da qualidade e da quantidade de massa de forragem disponível na pastagem, enquanto outros, planejam a produção de silagem de milho para ser fornecida aos animais durante o ano todo, visto que essa gramínea pode atender a demanda energética dos animais, reduzindo os custos com a alimentação, em função da menor inclusão de concentrado na dieta.

No Brasil, o milho tem sido a principal gramínea destinada ao processo de ensilagem em sistemas leiteiros e de produção de gado de corte (BERNARDES; RÊGO, 2014; VAZ et al., 2010), por apresentar elevada produtividade (13 a 20 t MS/ha), adequados teores de matéria seca (MS) no momento ideal da colheita, baixo poder tampão e bons teores de carboidratos solúveis em água (CSA) para boa fermentação, originando silagens de qualidade (KIYOTA et al., 2011), devido a manutenção dos nutrientes no material ensilado, quando efetuado o adequado manejo no processo de ensilagem.

Nesse processo ocorre a fermentação natural da planta que deve ser finamente picada e acondicionada rapidamente em estrutura de armazenagem com ausência de oxigênio (silo). De acordo com Paziani et al. (2013), a época adequada de colheita do milho que favorece a

boa fermentação na ensilagem é definida em função dos teores de MS, sendo realizada quando essa gramínea atinge em torno de 32 e 37% de MS, o que ocorre por volta dos 80-100 dias de idade da planta, podendo variar para mais ou para menos conforme a temperatura e o regime de chuvas da região.

Nesse momento, a planta também apresenta teores adequados de açúcares solúveis (30% na MS), que servem como substratos para as bactérias produtoras de ácido lático em ambiente anaeróbio, resultando no abaixamento do pH e conservação da massa ensilada. Além de apresentar baixo poder tampão, acelerando a redução do pH aos níveis recomendados, entre 3,8 - 4,2 (ATAÍDE JR., 2007; ÍTAVO et al., 2006).

O teor de MS adequado está associado a inibição do crescimento de bactérias indesejáveis como as do gênero *Clostridium*, que limitam seu crescimento com a elevada pressão osmótica do meio, influenciando diretamente sobre a natureza da fermentação e conservação da massa ensilada (McCULLOGH, 1977; McDONALD, 1981). Já o elevado teor de CSA associado ao baixo poder tampão é desejável na planta, para garantir o desenvolvimento das bactérias lácticas, viabilizando a adequada produção de ácido lático e a rápida redução do pH, condição necessária a inibição da atividade proteolítica e de bactérias indesejáveis (MUCK, 1988).

A silagem de milho, geralmente completa o processo fermentativo em 21 dias (PEREIRA et al., 2004), apresentando bom perfil fermentativo, indicado pelo pH na faixa de 3,8 a 4,2 e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ( $N-NH_3/NT$ ) menor que 10% (McDONALD et al., 1991). Além disso, ao fim desse processo, a silagem de milho apresenta bom valor nutritivo, com nutrientes digestíveis totais (NDT) em torno de 70% e proteína bruta (PB) acima de 7% (DOMINGUES et al., 2012), variando em função do híbrido de milho, o qual deve apresentar elevada produção de matéria seca, digestibilidade da fração fibrosa da planta e contribuição de grãos na massa ensilada.

O valor nutritivo da silagem é diretamente relacionado com a percentagem de grãos na massa ensilada. A quantidade adequada de grãos na planta possibilita melhores condições de fermentação, e maior densidade energética do alimento, diminuindo os custos de confecção da dieta, pela maior participação do volumoso em relação ao concentrado. Segundo Carvalho (2008) ao atingir o ponto ideal de colheita para ensilagem, a planta de milho apresenta teor de MS entre 30 e 35%, e a produção de grãos da lavoura já chegou a mais de 90% de seu potencial. Contudo se a planta for colhida com baixos teores de MS a quantidade de grãos produzidos será muito inferior ao potencial de produção da espécie.

## 2.2 Alturas na colheita de plantas de milho para ensilagem

As plantas de milho geralmente são colhidas a uma altura de 10 centímetros (cm) do solo nos sistemas de produção que visam potencializar a produção de massa para ensilagem. Entretanto, a busca por alimentos de adequado valor nutritivo, em sistemas de produção que utilizam animais com alto potencial produtivo, tem motivado a manipulação da altura de colheita para aumentar a concentração de grãos na massa ensilada, quando as plantas são colhidas em uma altura mais alta (CAETANO et al., 2012).

A elevação na altura de colheita da planta de milho promove aumento na participação de grãos porque a produtividade desses é mantida enquanto a produção de MS declina simultaneamente, com redução da participação do colmo, quando a maior altura de colheita utilizada é abaixo da inserção da primeira espiga. Em um estudo com elevação da altura de colheita de plantas de milho para ensilagem Neumann et al. (2007), observaram que a elevação na altura de colheita de 15 para 39 cm reduziu a participação das frações colmo de 32 para 27,8%, promovendo maior participação dos componentes folhas (28,9 contra 28,4%) e espigas (43,7 contra 39,6%).

A maior participação de grãos na massa ensilada e menor a participação de colmo, resulta em maiores teores de MS, proteína bruta (PB) e amido, e decréscimos significativos nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), como pôde ser observado após a revisão de 17 estudos (Tabela 1). Essa alteração na concentração dos nutrientes ocorre porque os grãos apresentam maior concentração de MS, PB e amido em relação ao colmo, que apresenta maior concentração de FDN e FDA (REZENDE et al., 2015), influenciando o valor nutritivo da silagem, pois no colmo encontram-se em maior concentração as frações menos digestíveis do alimento.

Tabela 1 - Teor de nutrientes de silagens de milho de plantas colhidas em diferentes alturas

Altura (cm)	MS (%)	PB (%)	Amido(%)	FDN (%)	FDA (%)	Referência
20	35,69	8,30	-	47,80		Restle et al. (2002)
42	33,31	9,56	-	41,47		
12,7	33,00	8,59	30,90	43,40	25,40	Neylon e Kung Jr (2003)
45,7	34,70	8,51	32,80	41,00	23,60	
10,2	35,80	7,82	-	46,73	27,24	Bernard et al. (2004)
30,5	35,20	8,24	-	45,48	25,79	
10,2	35,60	8,27	-	45,21	25,50	
30,5	36,70	7,94	-	44,25	24,15	
6,8	38,10	7,00	30,60	41,60	24,20	Wu e Roth (2005)
19,3	40,30	7,10	32,40	38,60	21,80	

10	-	7,30	-	50,16	25,87	Vasconcelos (2005)
80	-	7,93	-	45,75	22,00	
20	30,79	7,61	-	56,45	25,00	Rossi Jr. (2006)
40	36,00	7,23	-	56,80	22,76	
20	27,39	6,03	-	67,90	34,01	
40	28,78	7,73	-	57,33	24,18	
15	28,11	-	-	-	-	Neumann et al. (2007)
15	27,43	-	-	-	-	
15	27,77	-	-	-	-	
39	28,67	-	-	-	-	
39	26,24	-	-	-	-	
39	27,45	-	-	-	-	
10	33,70	7,10	29,74	42,91	25,84	Kung Jr et al. (2008)
46	35,00	7,43	31,73	39,57	23,59	
20	28,60	-	30,00	44,70	28,70	Pedó et al. (2009)
45	30,80	-	31,60	43,70	26,60	
70	31,30	-	36,90	39,10	24,90	
95	34,20	-	38,60	39,40	23,60	
25	32,55	7,48	-	47,26	27,52	Fugita (2010)
25	32,09	7,37	-	48,91	26,26	
45	31,05	7,35	-	43,47	26,65	
45	31,35	6,80	-	46,49	26,46	
20	30,79	7,10	-	52,16	30,97	Paula (2010)
20	32,75	7,06	-	49,41	29,58	
40	31,97	7,19	-	48,50	26,99	
40	32,25	6,94	-	46,56	28,64	
15	26,56	8,21	15,90	51,48	27,61	Oliveira et al. (2011)
35	28,02	8,37	20,30	47,57	26,17	
55	28,72	8,63	22,50	47,00	24,96	
20	-	7,51	-	61,28	28,54	Ulian (2013)
45	-	6,62	-	60,18	24,20	
20	33,20	6,38	-	41,08	19,31	Hulse (2014)
40	-	6,52	-	40,84	19,65	
60	-	7,11	-	33,66	18,35	
80	33,10	7,32	-	29,92	16,11	
100	-	7,31	-	27,57	15,41	
20	-	9,78	-	55,16	28,66	Junior (2014)
50	-	9,71	-	50,69	25,21	
40	31,80	10,85	-	55,09	26,45	Buso (2015)
60	33,19	11,58	-	55,53	27,35	
20	34,51	8,30	-	56,37	39,69	Rezende et al. (2015)
50	36,97	13,40	-	53,73	36,96	
80	39,43	18,50	-	51,09	34,23	
110	41,89	23,60	-	48,45	31,50	

MS - Matéria seca; PB - Proteína bruta; FDN - Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido

Dessa forma, o valor nutritivo da silagem pode ser maximizado com a elevação da altura de colheita porque é deixado no campo a porção que apresenta maior concentração dos componentes da parede celular, o colmo (REZENDE et al., 2015), ocorrendo um aumento na proporção de grãos na massa ensilada, os quais são mais digestíveis, visto que a digestibilidade da gramínea influencia diretamente o consumo e o desempenho animal (SILVA et al., 2008).

Com base nisso, vários estudos sobre o consumo, digestibilidade e desempenho animal foram realizados para observar os efeitos dessa prática de manejo nos sistemas de produção de leite e corte (RESTLE et al., 2002; NEYLON; KUNG JR, 2003; BERNARD et al., 2004; WU; RUTH, 2005; ROSSI JR et al., 2006; NEUMANN et al., 2007; KUNG JR et al., 2008; FUGITA, 2010; OLIVEIRA et al., 2011; CAETANO et al., 2011; HULSE, 2014). Em todos os estudos revisados observou-se que os animais receberam dietas balanceadas de acordo com suas exigências nutricionais, apresentando como ingredientes a silagem de milho confeccionada com plantas colhidas em alturas determinadas e uma fonte de concentrado.

A menor altura de colheita exposta foi de 6,8 cm e a maior de 80 cm, sendo que os animais apresentaram maior desempenho ao receberem silagens produzidas com plantas de milho colhidas na maior altura, quando a diferença entre as alturas, baixa e alta, foram superiores a 12 cm. Entretanto, em alguns desses estudos, a elevação da altura de colheita promoveu melhor composição nutricional às silagens de milho sem melhorar o desempenho animal, indicando que a maior proporção de grãos na forragem nem sempre confere melhor valor nutritivo à silagem.

Wu e Roth (2005) ao revisarem 11 estudos sobre os efeitos da elevação da altura de colheita em sistemas de produção de leite, realizados entre os anos de 1996 e 2003, observaram aumento na produção de leite por tonelada de silagem, devido a melhoria na composição nutricional das silagens e ao aumento de 2,5 e 4,7% na digestibilidade da MS e FDN, respectivamente, evidenciando que a elevação da altura de colheita pode aumentar o aproveitamento dos nutrientes das silagens, refletindo na produção de leite.

Em estudos posteriores sobre os efeitos da elevação da altura de colheita, Bernard et al. (2004) não observaram aumento na qualidade nas silagens, no consumo e na digestibilidade da MS, concluindo que essa prática de manejo não confere maior valor nutritivo às silagens de milho e nem melhoria na produção de leite. Resultados semelhantes foram encontrados por Kung Jr et al. (2008), onde as silagens de milho apresentaram melhoria na composição de nutrientes, mas não foi suficiente para aumentar o consumo e digestibilidade da MS, e a produção de leite.

Essa contradição de resultados também é encontrada em estudos com bovinos de corte. Enquanto, Restle et al. (2002) observaram em bovinos aumento no ganho de peso (1,19 para 1,35 kg) e melhora na conversão alimentar (5,39 para 4,82 kg de MS/kg de ganho de peso) elevando a altura na colheita de 20 para 42 cm, Fugita (2010) não observou nenhum efeito elevando a altura na colheita de 25 para 45 cm. Entretanto, no aspecto econômico, Neumann et al. (2007) observaram que o uso da elevação na altura de colheita (15,2 para 38,6 cm) associado ao menor tamanho de partícula (0,2 - 0,6 cm) em plantas de milho para ensilagem mostraram maior lucratividade.

Os diferentes resultados apresentados indicam que os efeitos da elevação da altura de colheita sobre o valor nutritivo da silagem de milho ainda não estão bem definidos, o qual pode ser afetado pela qualidade do grão e da fração verde da planta (caule, folha e palha), e pela combinação percentual de cada uma dessas partes na planta (SCAPIM et al., 1995). Dessa forma, essa prática de manejo é recomendada para sistemas que não apresentam o custo de produção como um fator limitante, visto que os estudos nem sempre mostram efeitos benéficos com essa estratégia.

Após estudar o efeito da elevação da altura de colheita (20; 50; 80 e 110 cm) sobre as características agrônomicas, bromatológicas e econômicas da cultura do milho, Rezende et al. (2015) recomendaram que a altura na colheita da planta seja de no máximo 50 cm, pois essa prática apesar de ter melhorado a composição nutricional da silagem, reduziu a produtividade de MS da parte aérea da cultura do milho de 35 kg ha<sup>-1</sup> a cada centímetro elevado, inviabilizando economicamente essa prática quando a geração de produtos finais não é computada.

Portanto, a maior contribuição energética em silagens confeccionadas com plantas colhidas em maior altura é um fator positivo que deve ser levado em consideração na formulação de dietas para alimentação animal, desde que essa prática seja economicamente viável, apresentando melhores resultados no desempenho animal.

### **2.3 Inoculante bacteriano com a combinação de bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici***

Os inoculantes bacterianos são aditivos usados para adicionar bactérias benéficas na massa de forragem, no início do processo de ensilagem, as quais irão dominar a fermentação e formar ácidos que inibem o crescimento de microrganismos aeróbios (especialmente aqueles associados com instabilidade aeróbia, ex. leveduras, *Listeria*), inibem o crescimento de

microrganismos anaeróbios indesejáveis como enterobactérias e clostrídeos, inibem a atividade de proteases e deaminases da planta e de microrganismos, resultando um bom processo fermentativo e produção de silagem de qualidade (KUNG JR. et al., 2003).

Os principais inoculantes bacterianos usados no processo de ensilagem incluem as bactérias ácido lácticas (BALs), subdivididas em dois grupos, homofermentativas (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus spp.*, *Streptococcus faecium*, *Pediococcus pentosaceus* e *Pediococcus acidilactic*) e heterofermentativas (*Lactobacillus buchneri* e *Lactobacillus brevis*), as bactérias ácido propiônicas (*Propionibacterium acidipropionici* e *Propionibacterium acidilactici*), ou a combinação destas (ZOPOLLATTO et al., 2009).

Dentre as BALs, a *Lactobacillus plantarum* foi uma das primeiras estudadas em silagens inoculadas. No passado essa bactéria foi classificada como homofermentativa por apresentar como produto da fermentação somente o ácido láctico. Entretanto, pesquisas posteriores mostraram que essa bactéria em condições de baixa concentração de substratos para fermentação produzem outros produtos, e por isso podendo ser classificada como bactérias heterofermentativas facultativas (PAHLOW et al., 2003).

Inoculantes contendo *Lactobacillus plantarum*, são usados no controle da fermentação na ensilagem, com a função de garantir a rápida e eficiente fermentação de CSA em ácido láctico pela via fermentativa homoláctica, a qual resulta na intensiva produção de ácido láctico, rápida queda do pH e aumento da preservação da silagem, com mínimas perdas por fermentação (FILYA et al., 2004), proporcionando a produção de um volumoso com elevada concentração de nutrientes que estimulam o consumo e a produção do animal.

Contudo, um paradoxo foi criado entre a fermentação desejável e a estabilidade aeróbia, após a comprovação de que silagens adequadamente fermentadas, com altas concentrações de ácido láctico e açúcares remanescentes, são mais afetadas pela deterioração aeróbia (WEINBERG; MUCK, 1996; FILYA et al., 2000; FILYA 2003; KUNG JR et al., 2003). De acordo com Pahlow et al. (2003) o potencial de conservação da silagem diminui após a abertura do silo, porque em meio aeróbio fungos filamentosos, leveduras e algumas espécies de bactérias promovem a assimilação do ácido láctico, depreciando o valor nutritivo do volumoso.

Esses resultados motivaram o meio científico a buscar por inoculantes capazes de controlar a deterioração aeróbia durante a exposição da silagem ao ar (WEINBERG; MUCK, 1996), como por exemplo, inoculantes contendo bactérias *Lactobacillus buchneri* e *Propionibacterium acidipropionici* (PAHLOW et al., 2003).

As bactérias *Lactobacillus buchneri* são heterofermentativas e ao fermentarem a glicose produzem ácido lático e etanol, mas quando utilizam a frutose apresentam como produtos da fermentação os ácidos lático, acético e o manitol (PAHLOW et al., 2003). Enquanto que as bactérias *Propionibacterium acidipropionici* podem fermentar glicose, frutose, glicerol, lactato, sacarose, xilose e o amido, apresentando como produtos da fermentação ácidos acético e propiônico (PAHLOW et al., 2003), sendo os ácidos acético e propiônico, eficientes fungicidas, pois eles são capazes de inibir o desenvolvimento das precursoras da deterioração aeróbia, as leveduras.

Segundo Moon (1983), ambos os ácidos podem inibir o crescimento das leveduras porque quando estão em pH inferior aos seus  $pK_a$  (ácido acético de 4,73 e ácido propiônico de 4,87) permanecem na forma não dissociada, onde a membrana das leveduras se torna permeável a eles, ocorrendo a entrada dos ácidos na célula via transporte passivo. Dentro da célula, os ácidos são dissociados ( $RCOO^- + H^+$ ) devido ao pH ser próximo de 7,0, liberando íons de  $H^+$ , o que reduz o pH intracelular. Para manter o pH neutro, a levedura deve eliminar os íons de  $H^+$ , perdendo energia, o prolongamento desse processo provoca retardo no seu crescimento e morte celular.

No entanto, na fermentação heterolática existe a possibilidade de maiores perdas de matéria seca durante o processo fermentativo (McDONALD et al., 1991) e produção de elevadas concentrações de acetato na massa ensilada, podendo reduzir o consumo por parte dos animais (CHARMLEY, 2001). Já a fermentação propiônica não apresenta entre seus produtos de fermentação o ácido lático, que é o principal responsável pela conservação da forragem. Com base nisso, tem-se testado inoculantes que incluem a combinação dessas bactérias com bactérias homofermentativas, objetivando manter o eficiente processo fermentativo e evitar perdas na fase pós-abertura do silo (BASSO, 2013).

Após revisão de 9 estudos, observou-se que nos últimos doze anos, foram conduzidos experimentos com inoculantes bacterianos contendo a combinação de bactérias homofermentativas e bactérias ácido propiônicas para avaliar os efeitos sobre as características fermentativas, estabilidade aeróbia e valor nutritivo de silagens de milho (FILYA et al., 2004; FILYA et al., 2006; KAMARLOIY; YANSARI, 2008; ROWGHANI et al., 2008; ROWGHANI; ZAMIRI, 2009; VAKILY et al., 2011; MOHAMMADZADEH et al., 2012; SHI et al., 2012; BASSO, 2013). Os inoculantes foram adicionados em taxas entre  $1 \times 10^5$  e  $5 \times 10^5$  unidades formadoras de colônia (ufc) por grama de forragem úmida.

Em todos os estudos, os tratamentos controle ou tratados apresentaram boa fermentação. A composição de nutrientes foi normalmente equivalente entre a silagem controle e a

inoculada, onde quatro autores observaram maiores teores de fibra em detergente ácido (FDA) e dois autores menores concentrações de fibra em detergente neutro (FDN). Em apenas dois dos 9 estudos avaliados o pH da silagem inoculada não foi menor do que o controle. A média de pH dos 9 estudos para silagem controle foi de 3,75 e para silagem inoculada de 3,80.

O nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ( $N-NH_3/NT$ ) foi avaliado em cinco estudos. Nas silagens controle a média apresentada foi de 6,6% e nas silagens inoculadas de 4,76%. A menor concentração de  $N-NH_3/NT$  indica que o processo fermentativo foi mais eficiente, e dessa forma, inibindo a ação de enzimas proteolíticas liberadas pela planta ou por microrganismos deterioradores. Segundo McDonald et al. (1991) silagens com perfil fermentativo ideal apresentam  $N-NH_3/NT$  menor que 10%.

As concentrações dos ácidos láctico e acético foram mensuradas em oito estudos, enquanto que a concentração de ácido propiônico foi mensurada em seis estudos. A média encontrada para concentração de ácido láctico em silagens controle foi de 72 gramas por quilo (g/kg) de MS e nas silagens inoculadas de 77 g/kg de MS. A concentração média de ácido acético em silagens controle foi de 13 g/kg de MS e nas silagens inoculadas de 14 g/kg de MS. Em relação ao ácido propiônico, as silagens controle apresentaram em média de 0,95 g/kg de MS e as silagens inoculadas de 2,95 g/kg de MS. Estatisticamente nas silagens inoculadas, o ácido láctico foi maior em quatro experimentos, o ácido acético menor em seis e o ácido propiônico maior em três.

A estabilidade aeróbia das silagens de milho foi avaliada em seis estudos, sendo que em apenas dois, as silagens inoculadas apresentaram melhor estabilidade. Em três estudos a estabilidade aeróbia das silagens controle foi igual a das silagens inoculadas, e em um estudo as silagens inoculadas apresentaram pior estabilidade aeróbia. A maior estabilidade é atribuída a presença dos ácidos acético e propiônico, que apresentam ação antifúngica. Entretanto, quando não ocorre uma melhora da estabilidade aeróbia, significa que a produção desses ácidos foi insuficiente para inibir o desenvolvimento de leveduras e fungos filamentosos (FILYA et al., 2006).

Os estudos que tiveram melhora na estabilidade aeróbia das silagens de milho apresentaram resultados bem diferentes. Vakily et al. (2011) observou que as silagens inoculadas permaneceram estáveis em meio aeróbio por 32 horas, e que as silagens controle permaneceram estáveis por apenas 12 horas. Enquanto que Basso (2013) observou que as silagens inoculadas permaneceram estáveis em meio aeróbio por 58 horas, e que as silagens controle permaneceram estáveis por 23 horas.

Geralmente, o efeito do uso de silagens de milho inoculadas na alimentação de animais é muito pequeno. Em apenas um dos seis estudos observados a inoculação proporcionou aumento no consumo e digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, carboidratos não fibrosos, extrato etéreo e matéria mineral, sendo um bom resultado visto que esses parâmetros estão associados ao desempenho animal. Contudo, dois estudos avaliaram o desempenho animal e não apresentaram diferenças quanto a produção de leite de animais alimentados com silagens inoculadas ou não.

A maioria dos trabalhos observados mostra que a inoculação da silagem de milho, com inoculantes contendo a combinação de bactérias homofermentativas e bactérias propiônicas, tem pouco efeito na fermentação, na estabilidade aeróbia e no desempenho animal, mas pode ser uma alternativa em algumas situações de manejo, como por exemplo, ao elevar-se a altura de colheita de plantas de milho, maximizando a qualidade dos nutrientes presentes na planta e tornando a silagem mais susceptível ao desenvolvimento de leveduras e fungos filamentosos.

## REFERÊNCIAS

- ATAÍDE JR., J. **Produção de Silagem**. 1. ed. Viçosa: CPT, 2007. 234p.
- BARROS, J. F. C. e CALADO, J. G. **A Cultura Do Milho**. Évora: Portugal, 2014. Available at: <<http://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/10804>>. Accessed on: Fev. 21, 2015.
- BASSO, F. C. **Corn silage inoculated with microbial additives**. 2013. 81f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2013.
- BERNARD, J.K. et al. Influence of corn variety and cutting height on nutritive value of silage fed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.7, p.2172-2176, 2004.
- BERNARDES, T. F.; REGO, A. C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v.97, n.3, p.1852-1861, 2014.
- BROGIN JR., W. **Qualidade nutricional de silagem de milho com diferentes densidades e altura de corte da planta**. 2014. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- BUSO, W.H.D.; SILVA, L.O.; RIBEIRO, T.B. et al. Teores de matéria seca, proteína bruta e fibras na silagem de híbridos de milho submetidos a duas alturas de corte. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 25., 2015, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2015. Disponível em: <<http://sis.gnius.com.br/uploads/zootec2015/documentos/598ee502324115dd42898f7fcf51f3bf54b51a9b.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2015.
- CAETANO, H.; OLIVEIRA, M.D.S.; FREITAS JÚNIOR, J.E. et al. Bromatological evaluation of eleven corn cultivars harvested at two cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.11-17, 2012.
- CAETANO, H.; OLIVEIRA, M.D.S.; FREITAS JÚNIOR, J.E. et al. Nutritional characteristics and in vitro digestibility of silages from different corn cultivars harvested at two cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.708-714, 2011.
- CARVALHO, I.Q. **Ponto de corte do milho para silagem**. Fundação ABC. Setor de forragicultura, 2008. 8p. Disponível em <[http://fundacaoabc.org/forragicultura/banco\\_forragens/Ponto\\_Corte\\_Silagem\\_Milho.pdf](http://fundacaoabc.org/forragicultura/banco_forragens/Ponto_Corte_Silagem_Milho.pdf)> Acesso em: 15 Out. 2015.
- CHARMLEY, E. Towards improve silage quality: A review. **Canadian Journal Animal Science**, v.81, p. 57-168, 2001.
- CIMILHO. **Levantamento de dados**. Disponível em: <<http://cimilho.cnpms.embrapa.br>> Acesso em: 05 Jan. 2015.

DOMINGUES, A.N.; ABREU, J.G.; CABRAL, L.S. et al. Nutrition value of silage from corn hybrids in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.34, n.2, p.117-122, 2012.

DUARTE, S.L.; PEREIRA, C.A.; ALMEIDA, L.C.F. et al. Análise das variáveis dos custos de produção do milho no período da safra. In: Simpósio de excelência em gestão e tecnologia, 7, 2010. 15p. Disponível em: <[http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos10/534\\_Artigo%20Seget.pdf](http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos10/534_Artigo%20Seget.pdf)>. Acesso em: 05 Dez. 2015.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Introdução e Importância Econômica do Milho. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fontesHTML/milho/cultivodomilho/importancia.htm>>. Acesso em: 05 Dez. 2015.

FILYA, I. ASHBELL, G. WEINBERG, Z.G. The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. **Animal Feed Science and Technology**, v.88, n.1-2, p.39-46, 2000.

FILYA, I. The effect of *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria, on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of wheat, sorghum and maize silages. **Journal of Applied Microbiology**, v.95, n.5, p.1080-1086, 2003.

FILYA, I.; SUCU, E.; KARABULUT, A. The effect of *Propionibacterium acidipropionici*, with or without *Lactobacillus plantarum*, on the fermentation and aerobic stability of wheat, sorghum and maize silages. **Journal of Applied Microbiology**, v. 97, n.4, p.818–826, 2004.

FILYA, I.; SUCU, E.; KARABULUT, A. The effects of *Propionibacterium acidipropionici* and *Lactobacillus plantarum*, applied at ensiling, on the fermentation and aerobic stability of low dry matter corn and sorghum silages. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v.33, n.5, p.353-358, 2006.

FUGITA, C. A. **Silagem de milho com e sem inoculante enzimobacteriano sobre desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos mestiços terminados em confinamento**. 2010. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

HULSE, J. **Altura de colheita do milho para ensilagem: valor nutritivo, balanço de nutrientes no solo, produção animal e desempenho econômico**. 2014. 101f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Centro-Oeste, PR, 2014.

ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Padrão de fermentação e composição química de silagens de grãos úmidos de milho e sorgo submetidas ou não a inoculação microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.3, p.655-664, 2006.

KAMARLOY, M.; YANSARI, A.T. Effects of microbial inoculants on the nutritive value of corn silage for beef cattle. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.11, n.8, p.1137-1141, 2008.

KIYOTA, N.; VIEIRA, J.A.N.; YAGI, R. et al. **Silagem de milho na atividade leiteira do sudoeste do Paraná: do manejo de solo e de seus nutrientes á ensilagem de planta inteira e grãos úmidos**. Londrina: IAPAR, 2011. 124 p.

KUNG JR., L.; MOULDER, B.M.; MULROONEY, C.M. et al. The effect of silage cutting height on the nutritive value of a normal corn silage hybrid compared with *Brown Midrib* corn silage fed to lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, n.4, p.1451-1457, 2008.

KUNG JR., L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.). **Silage science and technology**. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p.305-360.

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

McDONALD, P. (Ed) **The biochemistry of silage**. 1.ed. New York: Chalcombe Publications. 1981. 226p.

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

MOHAMMADZADEH, H.; KHORVASH, M.; GHORBANI, G.R. et al. Frosted corn silage with or without bacterial inoculants in dairy cattle ration. **Livestock Science**, v.145, n.1-3, p.153-159, 2012.

MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. **Journal of Applied Bacteriology**, v.55, n.3, p.454-460, 1983.

NEYLON, J.M.; KUNG JR., L. Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.6, p.2163-2169, 2003.

OLIVEIRA, F.C.L.; JOBIM, C.C.; SILVA, M.S.S. et al. Produtividade e valor nutritivo da silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.720-727, 2011.

PAHLOW, G. MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. **Silage science and technology**. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy, p.31-94, 2003.

PANZIANI, S.F.; DUARTE, A.P.; NUSSIO, L.G. et al. Avaliação de cultivares de milho para produção de silagem no estado de São Paulo na safra 2011/12. **Revista Científica da Fundação Educacional de Ituverava**, v.10, p.135-144, 2013.

PAULA, F.S.; MARQUARDT, F.I.; JOBIM, C.C. Efeito da altura de corte sobre a qualidade da silagem de milho com ou sem inoculante enzimo-bacteriano. In: Encontro anual de iniciação científica, 19., 2010, Guarapuava, **Anais eletrônicos...** Guarapuava: Encontro anual de iniciação científica, 2010. Disponível em: <<http://anais.unicentro.br/pesquisa/>>. Acesso em: 28 Nov. 2015.

PEDÓ, L.F.B.; NÖRNBERG, J.L.; VELHO, J.P. et al. Fracionamento dos carboidratos de silagens de milho safrinha colhidas em diferentes alturas de corte. **Ciência Rural**, v.39, n.1, p.188-194, 2009.

PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, D.H. Produção e utilização de forragens conservadas. In: Semana de Zootecnia, 2, Diamantina. **Anais...** Diamantina: Semana de Zootecnia, 2004. p.75-118.

RESTLE, J.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I.L. et al. Manipulação da altura de colheita da planta de milho (*Zea mays*, L.) para ensilagem, visando a produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1235-1244, 2002.

REZENDE, A.V.; WATANABE, D.J.; RABÊLO, F.H.S. et al. Características agronômicas, bromatológicas e econômicas de alturas de corte para ensilagem da cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.2, p.961-970, 2015.

ROSSI JR., P. FUGISAWA, A.L. SCHOGOR, A.L.B. et al. Digestibilidade aparente de dois cultivares de milho, cortados em diferentes alturas, submetidos à ensilagem. **Archives of Veterinary Science**. v.11, n.3, p.58-61, 2006.

ROWGHANI, E. ZAMIRI, M.J.; KHORVASH, M. et al. The effects of *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* on corn silage fermentation, ruminal degradability and nutrient digestibility in sheep. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v.9, n.4, p.308-315, 2008.

ROWGHANI, E.; ZAMIRI, M. J. The effects of a microbial inoculant and formic acid as silage additives on chemical composition, ruminal degradability and nutrient digestibility of corn silage in sheep. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v.10, n.2, p.110-118, 2009.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.5, p.683-686, 1995.

SHI, J. DIAO, Q. LI, F. Effects of different bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole-plant corn silage. **African Journal of Agricultural Research**, v.7, n.2, p.164-169, 2012.

SILVA, L.F.P., CASSOLI, L.D., ROMA JR., L.C., et al. In situ degradability of corn stover and elephant-grass harvested at four stages of maturity. **Scientia Agricola**, v.65, n.6, p.595-603, 2008.

ULIAN, N.A. **Características quanti-qualitativas da silagem de milho no sistema de integração lavoura-pecuária**. 2013. 40f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, Botucatu, 2013.

VAKILY, H.; KHADEM, A.A.; REZAEIAN, M. et al. The impact of a bacterial inoculant on chemical composition, aerobic stability and degradability of corn silage and the subsequent performance of dairy cows. **International Journal of Veterinary Research**, v.5, n.1, p.21-29, 2011.

VASCONCELOS, R. C.; PINHO, R.G.V.; REZENDE, A.V. et al. Efeito da altura de corte das plantas na produtividade de matéria seca e em características bromatológicas da forragem de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n.6, p.1139-1145, 2005.

VAZ, F. N.; RESTLE, J.; EIFERT, E. C. et al. Efeitos da altura de colheita da silagem de milho e do nível de concentrado sobre as características da carcaça e da carne de novilhos super jovens. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.2, p.315-325, 2010.

WEINBERG, 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.

WU, Z.; ROTH, G. **Considerations in managing cutting height of corn silage**. College Park: Pennsylvania State University. 2005. 7 p.

ZOPOLLATO, M.; SARTURI, J. O. Optimization of the animal production system based on the selection of corn cultivars for silage. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 1., 2009, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.73-90.

### 3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGENS DE PLANTAS DE MILHO COLHIDAS EM DUAS ALTURAS, INOCULADAS OU NÃO<sup>1</sup>

**RESUMO** - O experimento foi conduzido para avaliar os efeitos da altura de colheita e inoculação bacteriana contendo a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, sobre a composição química e as características fermentativas de silagens milho. Utilizou-se um delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial  $2 \times 2$ , com duas alturas de colheita (25 ou 40 cm do solo) e com duas inoculações bacteriana (sem ou com inoculante). A ensilagem de milho foi realizada em silos experimentais, com seis repetições por tratamento, quando os grãos de milho se encontravam no estágio semiduro (próximo a 2/3 da linha do leite) e as avaliações foram realizadas após 45 dias da ensilagem. Observou-se interação altura  $\times$  inoculação para os teores de proteína bruta (PB) e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>/NT), onde as silagens confeccionadas com plantas de milho colhidas a 25 cm com inoculante apresentaram maiores teores de PB (53,2 g/kg) em relação as sem inoculante (48,1 g/kg), devido a ação do inoculante, que contribuiu para diminuição de perdas de PB nessas silagens, as quais apresentaram produção de N-NH<sub>3</sub>/NT de 2,89%, menor que 5,29%, apresentado pelas silagens sem inoculante nessa mesma altura. A colheita na altura de 40 cm proporcionou maiores teores de matéria seca (346,1 g/kg) e carboidratos não fibrosos (482,1 g/kg), e menores teores de fibra em detergente neutro (402,9 g/kg). Durante os doze dias de exposição aeróbia, a temperatura das silagens de milho não estabilizaram com a temperatura ambiente da sala climatizada (21°C), inviabilizando o cálculo da estabilidade aeróbia. Conclui-se que a altura de colheita de 40 cm, em relação a de 25 cm, proporciona melhores características químicas e fermentativas às silagens de milho. A inoculação bacteriana influencia pouco na composição de química das silagens e proporciona um eficiente processo fermentativo. Essa combinação de práticas de manejo melhora as características químicas e fermentativas das silagem. Entretanto a estabilidade aeróbia é inconclusiva.

**Palavras-chave:** altura de colheita, conservação de forragem, estabilidade aeróbia, *Lactobacillus plantarum*, *Propionibacterium acidipropionici*

<sup>1</sup> Este capítulo segue as normas de apresentação da Revista Brasileira de Zootecnia

### 3.1 Introdução

Em sistemas de produção de leite e carne, a silagem de milho tem sido o principal volumoso empregado na alimentação dos animais (BERNARDES; RÊGO, 2014; VAZ et al., 2010) por apresentar boa qualidade nutricional, como resultado do eficiente processo fermentativo durante o processo de ensilagem, o qual depende, principalmente, das características intrínsecas da planta, que deve apresentar teor de matéria seca entre 30 e 35%, baixo poder tampão e carboidratos solúveis em torno de 15% na matéria seca.

A silagem de milho, quando completa o processo fermentativo, apresenta boas características fermentativas, como por exemplo, o pH na faixa de 3,8 a 4,2 e o nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total menor que 10% (McDONALD et al., 1991). Além disso, a silagem de milho também apresenta boa qualidade nutricional, com nutrientes digestíveis totais em torno de 70% e proteína bruta acima de 7% na matéria seca (DOMINGUES et al., 2012), variando para mais em função da maior contribuição de grãos na massa ensilada, aumentando a densidade energética do alimento e diminuindo os custos de confecção da dieta.

Com base nisso, sistemas de produção que utilizam animais com alto potencial produtivo, tem motivado a elevação na altura de colheita para aumentar a concentração de grãos na massa ensilada. Esse aumento ocorre porque a produtividade de grãos é mantida enquanto a produção de matéria seca declina simultaneamente, com redução da participação do colmo. Essa prática melhora a qualidade das silagens por resultar em maiores teores de matéria seca, proteína bruta e amido, e decréscimos significativos nos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (REZENDE et al., 2015).

Contudo, silagens de boa qualidade apresentam estabilidade aeróbia reduzida e

podem deteriorar rapidamente, tornando necessário o uso de aditivos que aumentem a estabilidade das silagens na fase pós-abertura. O uso do inoculante bacteriano contendo a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici* pode ser uma alternativa, pois pode proporcionar um bom processo fermentativo e melhorar a estabilidade aeróbia na fase de desabastecimento (VAKILY et al., 2011).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da altura de colheita (25 ou 40 cm do solo) e da inoculação bacteriana (sem ou com inoculante) contendo a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, sobre a composição química e as características fermentativas de silagens de milho.

### **3.2 Material e métodos**

As silagens foram confeccionadas na Fazenda Mutirão, localizada a 02°59'45" latitude sul, 47°21'10" de longitude oeste e a aproximadamente 90 m de altitude, em Paragominas, Pará. Essa região apresenta segundo a classificação de Köppen, o tipo Aw, caracterizado como clima tropical chuvoso, com expressivo período de estiagem. A média anual da temperatura máxima é de 33 °C e a mínima anual é 22 °C. A umidade relativa apresenta média anual em torno de 81% sendo elevada durante o ano. A média anual das chuvas é de 2.000 mm, sendo abundante de janeiro a maio (EMBRAPA, 2005).

A lavoura de milho foi implantada no mês de fevereiro do ano de 2015, onde usou-se o híbrido de milho DKB 177 em densidade de plantio de 55 mil plantas/ha. Após 90 dias do plantio os grãos de milho das plantas se encontravam no estágio semiduro (próximo a 2/3 da linha do leite) indicado para a colheita. Antes da colheita

foi realizada uma amostragem de plantas inteiras de milho, colhidas a 10 cm do solo, para determinação do teor de matéria seca em micro-ondas (LACERDA et al., 2009), o qual foi de 30%. Posteriormente, a cultura foi colhida por colhedora tracionada por trator ajustada para a altura de corte desejada (25 ou 40 cm acima do solo).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $2 \times 2$ , com duas alturas de colheita (25 ou 40 cm do solo) e com duas inoculações bacteriana (sem ou com inoculante) em 6 repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Como silos experimentais foram usados tambores plásticos de 200 litros, sendo colocado em cada silo experimental 120 kg de forragem, a fim de atingir a densidade de  $600 \text{ kg/m}^3$ .

O inoculante foi diluído em água destilada em temperatura ambiente e a aplicação feita a uma taxa de  $5 \text{ mL kg}^{-1}$  de forragem fresca, aplicado de um modo uniforme por pulverização e homogeneizado com a massa de forragem manualmente. A aplicação do inoculante seguiu a recomendação do fabricante, para a adição de  $1 \times 10^5 \text{ ufc g}^{-1}$  de forragem de bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*.

Antes da ensilagem, foram separados 400 g de amostra da planta de milho picada, os quais foram acondicionados em sacos plásticos e armazenados em freezer a  $-20^\circ\text{C}$  até o momento da análise química para caracterização da planta (Tabela 2). Após a colheita e picagem, o milho foi pesado, inoculado ou não, e compactado no interior dos respectivos silos. A massa de forragem foi compactada nos silos por pisoteio e completado o enchimento, os silos foram vedados com duas camadas de filme plástico apropriadas, presos com ligas de borracha.

Os silos foram abertos após 45 dias da ensilagem e no momento da abertura foram retiradas amostras frescas da porção visualmente deteriorada das silagens para a determinação do pH (pH1). As avaliações de composição química, características

fermentativas, contagem de leveduras e fungos filamentosos, e estabilidade aeróbia foram realizadas quando os silos de 120 kg atingiram a metade, a fim de aproximar as características das silagens do estudo a de silagens de milho produzidas em uma propriedade rural, as quais são fornecidas aos animais por vários dias, podendo apresentar características diferentes daquelas observadas no momento da abertura, mesmo quando o contato com o oxigênio é pequeno.

Tabela 2 - Composição química de plantas de milho colhidas em duas alturas de corte (g/kg)

Item	25 cm de altura	40 cm de altura
MS	323,9	360,1
MO	966,5	970,5
MM	33,4	29,9
PB	42,8	55,4
EE	22,4	21,5
FDN	482,5	486,3
FDA	261,7	259,8
Hemice'lulose	218,3	226,5
CT	901,9	894,0
Lignina	31,8	28,2

MS - Matéria seca; MO - Matéria orgânica; MM - Matéria mineral; PB - Proteína bruta; EE - Extrato etéreo; FDN - Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido; CT - Carboidratos totais.

Para a avaliação microbiológica foram retirados 200 g de amostra e acondicionados em sacos estéreis. Para avaliação do pH da porção visualmente boa (pH2) foram retirados 100 g de amostra, para avaliação da estabilidade aeróbia foram retirados 3 kg e para avaliação das características químicas e fermentativas foram retirados 800 g de cada silagem, os quais foram acondicionados em sacos plásticos e armazenadas a -20°C até o momento das análises. As avaliações foram realizadas nos

Laboratórios de Nutrição Animal e Análise de Alimentos, e Microbiologia da UFRA.

Para determinação da composição química, as amostras de silagem foram descongeladas e submetidas à pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55°C e posteriormente moídas em moinho de faca tipo Willey, com peneira com crivo de 1 mm de diâmetro. Na determinação dos teores de matéria seca (MS) as amostras foram secas em estufa a 105 °C por 16 horas ininterruptas.

A determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido foram realizados segundo AOAC (1990). Os teores de FDN foram corrigidos para cinzas e proteínas obtendo-se os valores de FDN<sub>cp</sub>. Os conteúdos de carboidratos totais foram calculados de acordo com Sniffen et al. (1992), através da fórmula:  $CT = 100 - (PB + EE + MM)$ , e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados conforme fórmula proposta por Mertens (1988), em que:  $CNF = 100 - (PB + EE + FDN + MM)$ , mas usando o FDN<sub>cp</sub>.

Para avaliação das características fermentativas foram determinados, nas silagens de milho, o pH e o nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>/NT). Na análise do pH, 25 g de silagem fresca foram colocados em um béquer contemporaneamente com 100 mL de água destilada. Aguardou-se 2 horas para o repouso da amostra diluída e após este período de tempo o material foi homogeneizado com um bastão de vidro. Posteriormente, foi realizada a leitura utilizando potenciômetro (BOLSEN et al., 1992).

Na análise do N-NH<sub>3</sub>/NT, 25 g de silagem foi adicionado em um recipiente contendo 200 mL de solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0,2 N, deixando em repouso por 48 horas em geladeira. Posteriormente, as amostras foram filtradas em papel filtro e foi colocado 2 mL do filtrado de cada silagem em tubos de ensaio. A destilação foi feita com 5 mL de

KOH a 2 N e 20 mL de ácido bórico 4% (solução receptora). A titulação foi feita com ácido clorídrico a 0,02 N (FENNER, 1965, adaptada por VIEIRA, 1980).

A contagem de leveduras e fungos filamentosos foi realizada utilizando um extrato aquoso (1:10) com água peptonada (1g por litro de água), homogeneizado durante 4 minutos tipo Stomacher. A técnica utilizada foi a de plaqueamento em superfície com o meio de cultura YGC Agar (Fluka, Sigma Aldrich Química Brasil LTDA) (TACACCO et al., 2009). Após incubação a 28°C durante três e cinco dias para leveduras e fungos filamentosos, respectivamente, foram contadas as colônias separadamente, com base nas suas características macromorfológicas.

Na avaliação da estabilidade aeróbia, foram colocados 3 kg de silagem em 24 baldes plásticos de 20 L, os quais foram cobertos com folha de papel alumínio para evitar perda de umidade da silagem e contaminação por elementos externos (TABACCO et al., 2009). Os baldes foram mantidos em uma sala climatizada mantida a 21°C por 12 dias, onde a temperatura da sala e das silagens eram registradas a cada 30 minutos por meio de dataloggers. A estabilidade aeróbia foi definida como o número de horas que a silagem permaneceu estável antes de atingir 2°C acima da temperatura ambiente (MORAN et al., 1996).

As variáveis foram analisadas como um arranjo fatorial  $2 \times 2$  (intervalo de confiança = 95%) usando o procedimento GLM do programa SAS (Statistical Analysis System, 2008), observando os efeitos de altura (A), inoculação (I) e a interação desses ( $A \times I$ ). As médias foram comparadas por meio do teste “t” em nível de 5% de probabilidade. O modelo estatístico adotado nas avaliações de composição química, características fermentativas, contagem de leveduras e fungos filamentosos, temperatura máxima, tempo para atingir a temperatura máxima e amplitude coletados no período de avaliação da estabilidade aeróbia das silagens foi:

$$Y_{ijr} = \mu + A_i + I_j + IA_{ij} + E_{ijr}$$

onde:

$Y_{ijr}$  = observação r, referente a altura i, com a inoculação j, as interações altura × inoculação e ao erro aleatório associado a cada observação;

$\mu$  = constante comum entre as observações;

$A_i$  = efeito da altura i (1 - 25 cm, 2 - 40 cm);

$I_j$  = efeito da inoculação j (j = 1 - sem inoculante, 2 - com inoculante);

$IA_{ij}$  = efeito da interação da altura i e a inoculação j;

$E_{ijr}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ijr}$ .

O modelo adotado para avaliação do pH coletado durante doze dias de exposição aeróbia das silagens, os quais também foram analisados pelo procedimento REG quando ocorreu efeito para a variável tempo, foi:

$$Y_{ijer} = \mu + A_i + I_j + T_e + IA_{ij} + IAT_{ie} + IIT_{je} + IAIT_{ije} + E_{ijer}$$

onde:

$Y_{ijer}$  = observação r, referente a altura i, com a inoculação j, no tempo e as interações altura × inoculação, altura × tempo, inoculante × tempo, altura × inoculante × tempo e ao erro aleatório associado a cada observação;

$\mu$  = constante comum entre as observações;

$A_i$  = efeito da altura i (1 - 25 cm, 2 - 40 cm);

$I_j$  = efeito da inoculação j (j = 1 - sem inoculante, 2 - com inoculante);

$T_e$  = efeito do tempo (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 dias);

$IA_{ij}$  = efeito da interação da altura i e a inoculação j;

$IAT_{ie}$  = efeito da interação da altura i e o tempo e;

$IIT_{je}$  = efeito da interação da inoculação j e o tempo e;

$IAIT_{ije}$  = efeito da interação da altura i, inoculação j e o tempo e;

$E_{ijer}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ijer}$ ;

### 3.3 Resultados e Discussão

A composição química das silagens de milho desse estudo (Tabela 3) mostrou que os teores de MS estão dentro da faixa recomendada de 300 - 350 g/kg de matéria natural (MN). Além disso, os teores de FDN e FDA foram semelhantes aos teores observados por Domingues et al. (2012) usando o mesmo híbrido de milho, os quais foram 441,2 e 233,5 g/kg de MS, respectivamente. Entretanto, os teores de PB foram menores que a variação (66,0 e 84,0 g/kg de MS) observada por Zopollatto e Sarturi (2009) em revisão de literatura.

A interação  $A \times I$  proporcionou que as silagens confeccionadas com plantas de milho colhidas na altura de 25 cm se diferenciassem, onde as silagens inoculadas apresentaram maior ( $p < 0,05$ ) teor de PB em relação as sem inoculante (Tabela 3). Mas essa relação não foi observada entre as silagens de plantas de milho colhidas na altura de 40 cm, as quais não diferiram ( $P > 0,05$ ) com a inoculação. Entretanto, a maior altura de colheita (40 cm) proporcionou que as silagens de plantas milho apresentassem maior ( $p < 0,05$ ) teor de PB.

A interação  $A \times I$  proporcionou que as silagens de plantas de milho colhidas na altura de 40 cm com inoculante apresentassem maiores teores de EE (Tabela 3), diferindo ( $p < 0,05$ ) das silagens de plantas de milho colhidas na altura de 40 cm sem inoculante e de silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm sem ou com inoculante, sendo que as três últimas citadas não diferem entre si ( $p > 0,05$ ).

Portanto, observa-se que interação  $A \times I$  foi positiva, resultando em maiores teores de PB e EE, devido a contribuição de ambos os fatores. Enquanto a maior altura

de colheita promoveu aumento na concentração grãos na massa ensilada, os quais apresentam maior quantidade desses nutrientes em relação ao colmo, o inoculante bacteriano melhorou o processo fermentativo das silagens, reduzindo as perdas de nutrientes por deterioração. Conforme Buso (2015) e Rezende et al. (2015), que observaram acréscimo na concentração de PB em plantas de milho colhidas em alturas de colheita mais elevadas, assim como Kamarloiy e Yansari (2008) observaram manutenção dos nutrientes em silagens de milho inoculadas com as mesmas bactérias desse estudo.

Tabela 3 - Composição química das silagens confeccionadas com plantas de milho colhidas em duas alturas de corte, sem ou com inoculante bacteriano (g/kg)

Item	25 cm de altura		40 cm de altura		SE	p-valor		
	SI	CI	SI	CI		A	I	INT
MS	319,5	325,0	348,1	344,0	0,33	<0,01	0,83	0,17
MO	968,7	969,0	969,7	969,0	0,07	0,50	0,74	0,50
MM	31,2	31,0	30,3	30,2	0,07	0,50	0,74	0,50
PB	48,1	53,2	56,7	56,9	0,09	<0,01	0,01	0,01
EE	26,4	26,1	25,2	29,7	0,10	0,25	0,05	0,02
FDN	459,0	432,2	408,1	397,7	0,87	<0,01	0,04	0,35
FDNcp	459,0	419,3	386,4	369,3	0,87	<0,01	<0,01	0,21
FDA	248,9	229,6	211,5	217,1	0,65	<0,01	0,31	0,07
Hemicelulose	214,2	209,1	199,5	181,5	0,57	<0,01	0,06	0,27
CT	894,2	889,7	887,7	882,4	0,14	<0,01	<0,01	0,78
CNF	435,1	457,5	479,5	484,7	0,90	<0,01	0,14	0,35
Lignina	27,1	20,0	17,4	24,3	0,38	0,49	0,98	0,08

MS - Matéria seca; MO - Matéria orgânica; MM - Matéria mineral; PB - Proteína bruta; EE - Extrato etéreo; FDN - Fibra em detergente neutro; FDNcp - Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA - Fibra em detergente ácido; CT - Carboidratos totais; CNF - Carboidratos não fibrosos; SI - Sem inoculante; CI - Com inoculante; SE - Erro padrão da média; A - Altura; I - Inoculação; INT - Interação altura × inoculação.

A maior altura de colheita proporcionou aumento ( $p < 0,05$ ) nos teores de MS e CNF e redução ( $p < 0,05$ ) nos teores de FDN, FDA, Hemicelulose e CT das silagens (Tabela 3). O aumento no teor de MS (346,1 contra 322,2 g/kg de MS), ocorreu devido a maior participação de espigas e grãos na massa ensilada, que normalmente são mais secas do que as porções folha e colmo (KUNG JR. et al., 2008; NEYLON; KUNG JR., 2003). Esses resultados estão de acordo com Buso (2015) e Rezende et al. (2015), cujos autores observaram acréscimo na concentração de MS de silagens confeccionadas com plantas de milho colhidas em diferentes alturas (colheita em alturas crescentes).

A maior altura também proporcionou melhora na qualidade das silagens quanto a composição química (Tabela 3), devido ao aumento na concentração de CNF (482,1 contra 446,4 g/kg de MS) e a redução das concentrações dos componentes da parede celular, como por exemplo FDN (402,9 contra 445,6 g/kg de MS), Hemicelulose (190,5 contra 211,7 g/kg de MS) e FDA (214,3g contra 239,2 g/kg de MS), e com isso diminuindo também os CT (889,0 contra 892,0 g/kg de MS). A redução desses nutrientes com a elevação na altura de colheita, pode ser justificada pela maior participação de grãos no peso final da planta, menor participação de colmos e folhas, como também foi observado por Pedó et al. (2009) e Oliveira et al. (2011).

A inoculação bacteriana proporcionou menores ( $p < 0,05$ ) teores de FDN (414,9 contra 433,6 g/kg de MS) e CT (886,1 contra 890,9 g/kg de MS), corroborando com Basso (2013) ao avaliar o efeito de um inoculante contendo a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*. Isso ocorreu pela redução da fração de hemicelulose (Tabela 3), semelhante ao encontrado por Kamarloiy e Yansari (2008), que observaram que a hemicelulose passou por hidrólise ácida parcial durante o processo fermentativo mais eficiente, em decorrência do efeito do inoculante. Os teores de MO, MM e lignina não foram afetados ( $p > 0,05$ ) no estudo.

Nas avaliações de pH1 (porção visualmente deteriorada) e pH2 (porção visualmente boa) não foram observadas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 4). Onde observa-se que o pH1 das silagens foram próximos ao limite indicado como boa fermentação, de 4,2 (McDONALD et al., 1991). No entanto, dificilmente a silagem da face do silo irá apresentar boa qualidade, pois essa porção apresenta maior taxa de penetração de oxigênio por estar em contato com a lona de vedação (SAVIOE; JOFRIET, 2003), diferente do que acontece com a porção mais profunda, como pode-se observar no pH2 das silagens, o qual está dentro da faixa recomendada.

Tabela 4 - Características fermentativas e contagem de fungos filamentosos e leveduras de silagens confeccionadas com plantas de milho colhidas em duas alturas de corte, sem ou com inoculante bacteriano

Item	25 cm de altura		40 cm de altura		SE	p-valor		
	SI	CI	SI	CI		A	I	INT
pH1	4,31	4,84	4,17	4,23	0,24	0,14	0,24	0,35
pH2	3,64	3,62	3,66	3,69	0,04	0,29	0,89	0,57
N-NH <sub>3</sub> (%NT)	5,29	2,89	2,71	2,73	0,40	<0,01	<0,01	<0,01
F.F., log (ufc g <sup>-1</sup> )	0	0	0	0	0	0	0	0
LEV., log (ufc g <sup>-1</sup> )	9,53	8,38	7,98	8,13	0,43	0,05	0,26	0,15

pH1 - pH da porção visualmente deteriorada; pH2 - pH da porção visualmente boa; N-NH<sub>3</sub>(%NT) - Nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total; F.F. - Fungos filamentosos; ufc - unidades formadoras de colônias; LEV. - Leveduras; SI - Sem inoculante; CI - Com inoculante, SE - Erro padrão da média; A - Altura; I - Inoculação; INT - Interação altura × inoculação

Não houve diferença ( $p>0,05$ ) nos valores de pH2 das silagens (Tabela 4), isso ocorreu porque as plantas de milho apresentavam características ideais para boa fermentação dentro do silo. O inoculante bacteriano, nesse caso, apenas acelerou a

fermentação pela via homofermentativa, ocasionando rápida queda do pH, diminuindo as perdas com a inibição do desenvolvimento de microrganismos indesejáveis.

A interação A × I proporcionou redução ( $p < 0,05$ ) na concentração de  $N-NH_3/NT$  nas silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm com inoculante (Tabela 4). Essas silagens não diferiram das silagens confeccionadas com plantas de milho colhidas na altura de 40 cm sem ou com inoculante, que não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre si, mostrando que a maior altura de colheita também proporcionou menor ( $p < 0,05$ ) concentração de  $N-NH_3/NT$ .

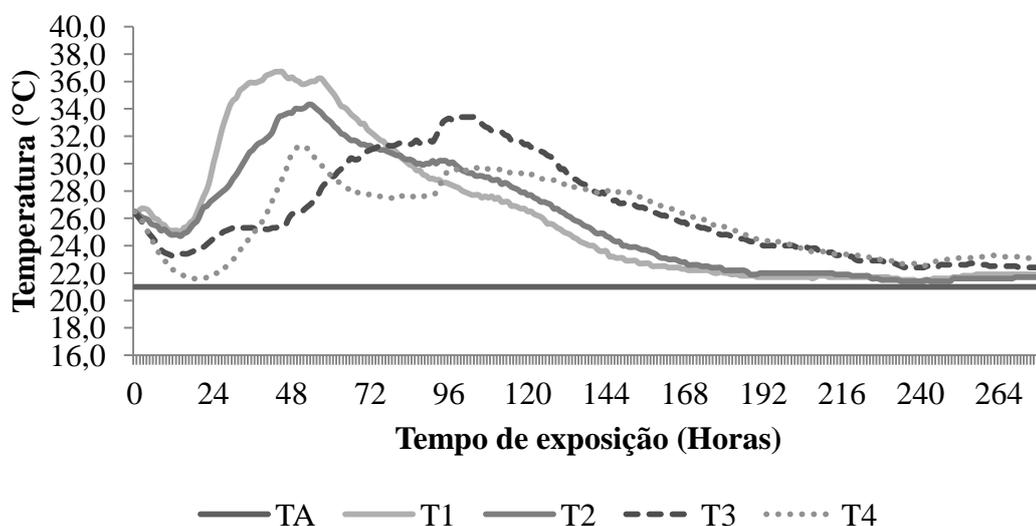
A menor concentração de  $N-NH_3$  nas silagens de plantas colhidas na altura de 40 cm e nas silagens inoculadas é indicativo de menos proteólise, justificada pela rápida queda do pH e acidificação do meio (McDONALD et al., 1991). Sendo importante destacar que os valores de  $N-NH_3$  foram mensurados na fase pós-abertura, e ainda sim apresentaram-se dentro do padrão qualitativo (KAMARLOIY; YANSARI, 2008), demonstrando que o inoculante pode ter apresentado melhora nessa fase.

A população de leveduras foi muito elevada em todas as silagens e superior ao limite recomendado em log, sendo de  $6 \text{ ufc}^{g^{-1}}$  de silagem (HIGGINBOTHAM et al., 1998), sugerindo que as plantas usadas para ensilagem já apresentavam uma população elevada de leveduras, aumentando após exposição aeróbia. Apesar disso, a maior altura de colheita proporcionou menor ( $p < 0,05$ ) contagem de leveduras (Tabela 4).

As silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm apresentaram  $8,95 \text{ ufc}^{-1g}$  de silagem, enquanto que as silagens de plantas colhidas na altura de 40 cm apresentaram  $8,06 \text{ ufc}^{-1g}$  de silagem. Isso ocorreu porque a maior concentração dessa população é na porção mais próxima ao solo, o qual é fonte de contaminação para a forragem (BERNARDES, 2006). Entretanto, nenhum dos tratamentos apresentou desenvolvimento de fungos filamentosos (Tabela 4).

Durante os doze dias de exposição aeróbia, as silagens de todos os tratamentos não estabilizaram com a temperatura ambiente de 21 °C da sala climatizada (Figura 1), inviabilizando o cálculo de estabilidade aeróbia, a qual é definida como o número de horas que a silagem permanece estável antes de atingir 2°C acima da temperatura ambiente (MORAN et al., 1996). Entretanto, essa avaliação não foi feita no momento da abertura dos silos, conforme outros trabalhos (BASSO, 2013; VAKILY et al., 2011), e por isso o tempo de exposição ao ar que as silagens passaram pode ter influenciado nessa avaliação, assim também como as elevações de temperatura da região, que apresenta temperatura máxima média anual de 32,0 °C (EMBRAPA, 2011).

**Figura 1** - Alterações na temperatura de silagens confeccionadas com plantas de milho colhidas em duas alturas de corte, com ou sem inoculante bacteriano durante exposição aeróbia por 12 dias.



TA - Temperatura ambiente; T1- Silagens de plantas de milho colhidas a 25 cm sem inoculante; T2 - Silagens de plantas de milho colhidas a 25 cm; T3 - Silagens de plantas de milho colhidas a 40 cm sem inoculante; T4 - Silagens de plantas de milho colhidas a 40 cm com inoculante.

Observou-se que a temperatura de todas as silagens diminuiu no primeiro dia de avaliação, voltando a subir a partir do segundo dia. Entretanto, não considerou-se que todas as silagens foram instáveis durante a avaliação, porque observou-se que as

silagens de plantas de milho colhidas na altura de 40 cm com inoculante foram as únicas que atingiram temperatura próxima (22 °C) à temperatura ambiente (21 °C) e despenderam de maior tempo para atingir a temperatura máxima, como pode ser observado na interação A × I (Tabela 5), demonstrando assim, que mantiveram-se mais estáveis em relação às outras silagens.

Contudo, observa-se que a temperatura ambiente no estudo de 21 °C foi muito baixa, dificultando o abaixamento da temperatura das silagens de milho, que no momento da avaliação era de 26 °C. Em um estudo semelhante a esse, Vakily et al. (2011) apresentaram como temperatura ambiente 24 °C e observaram que as silagens inoculadas, com a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, permaneceram estáveis em meio aeróbio por 32 h, e que as silagens controle permaneceram estáveis por apenas 12 h.

Tabela 5 - Dados de temperatura de silagens de plantas de milho colhidas em duas alturas de corte, sem e com inoculante bacteriano durante doze dias de exposição aeróbia

Item	25cm de altura		40cm de altura		SE	p-valor		
	SI	CI	SI	CI		A	I	INT
TM	39,60	36,80	36,80	34,90	1,65	0,17	0,17	0,78
THM	49,00	36,80	36,80	89,80	12,7	0,13	0,13	0,02
AMP.	20,53	17,73	17,73	15,83	1,64	0,17	0,17	0,78

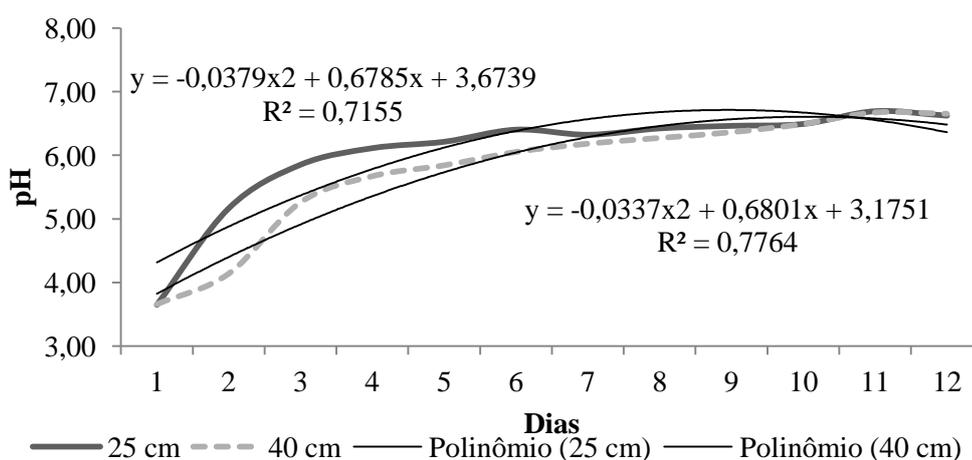
TM - Temperatura máxima; THM - Tempo em horas necessário para alcançar a temperatura máxima; AMP. - Amplitude entre a temperatura máxima e a ambiente; SI - Sem inoculante; CI - Com inoculante; SE - Erro padrão da média; A - Altura; I - Inoculação; INT - altura × inoculação.

As plantas de milho colhidas na altura de 40 cm com inoculante despenderam cerca de 89h de exposição aeróbia para atingir a temperatura máxima, diferindo ( $p < 0,05$ ) das demais silagens. E isso aconteceu devido à adequada fermentação da

massa ensilada associada à provável presença de ácidos antifúngicos e a menor quantidade de leveduras nessas silagens. Esses resultados mostram que a estabilidade aeróbia das silagens foi inconclusiva. Observou-se que não houveram efeitos ( $p > 0,05$ ) na temperatura máxima e na amplitude (entre a temperatura ambiente e a temperatura máxima) das silagens nesse estudo.

A interação ( $p < 0,05$ ) altura  $\times$  tempo indicou que o pH em função do tempo (Figura 2) apresentou um comportamento quadrático. Observou-se que o pH das silagens de plantas de milho colhidas a 40 cm do solo nos primeiros dez dias era mais baixo, quando comparado ao pH das silagens de plantas colhidas a 25 cm do solo, sendo que no décimo primeiro dia os valores de pH de ambas as silagens se igualaram, e ao final da avaliação o pH das silagens de plantas de milho colhidas na altura de 40 cm supera o pH das silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm.

**Figura 2** - Alterações de pH de silagens de milho, de plantas colhidas em duas alturas de corte, independente da aplicação de inoculante bacteriano, durante exposição aeróbia por 12 dias. P-valor da interação de altura  $\times$  tempo = 0.0002.



Entretanto, considerando que as silagens apresentam-se deterioradas quando o pH das mesmas encontra-se acima de 6,07 (ERICKSON et al., 2012), as silagens de plantas

de milho colhidas na altura de 25 cm apresentaram-se deterioradas no quarto dia de exposição aeróbia (pH 6,10), enquanto que as silagens de plantas de milho colhidas na altura de 40 cm apresentavam-se deterioradas no sétimo dia de exposição aeróbia (pH 6,18). Isso ocorreu devido a menor população de leveduras presente nas silagens de plantas colhidas na altura de 40 cm (Tabela 4), visto que a elevação do pH ocorre à medida que as leveduras degradam o ácido láctico proporcionando o crescimento de outros microrganismos deterioradores nas silagens.

Ao final da avaliação, as silagens de plantas colhidas na altura de 40 cm apresentaram maior pH, porque a elevada concentração de nutrientes dessas silagens favoreceram o desenvolvimento das leveduras presentes na silagem, mostrando que silagens de boa qualidade são susceptíveis a deterioração aeróbia. Os demais fatores (altura de colheita, inoculação, altura × inoculação, inoculação × tempo e altura × inoculação × tempo) não apresentaram influência sobre os valores de pH durante a exposição aeróbia ( $p > 0,05$ ).

### **3.4 Conclusão**

A altura de colheita de plantas de milho, de 25 e 40 cm, e a inoculação bacteriana, com a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, afetam a composição química e as características fermentativas das silagens. A altura de colheita de 40 cm, em relação a altura de colheita de 25 cm, melhora a composição química e as características fermentativas de silagens de milho. As silagens de milho com inoculante apresentaram melhor composição química e características fermentativas que as silagens sem inoculante. Essa combinação de práticas de manejo, apesar de não apresentar uma informação clara

sobre a estabilidade aeróbia, melhora as características químicas e fermentativas de silagens de milho.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**, 15.ed. Arlington: AOAC International, 1990. 770p.
- BASSO, F.C. **Corn silage inoculated with microbial additives**. 2013. 81f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal.
- BERNARDES, T.F. **Controle da deterioração aeróbia de silagens**. 2006. 103f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária - Unesp, Jaboticabal.
- BERNARDES, T.F.; REGO, A.C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v.97, p.1852-1861, 2014.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.3066-3083, 1992.
- BUSO, W.H.D.; SILVA, L.O.; RIBEIRO, T.B. et al. Teores de matéria seca, proteína bruta e fibras na silagem de híbridos de milho submetidos a duas alturas de corte. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 25., 2015, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2015. Available at: <<http://sis.gnius.com.br/uploads/zootec2015/documentos/598ee502324115dd42898f7fcf51f3bf54b51a9b.pdf>>. Accessed on: Nov.28, 2015.
- DOMINGUES, A.N.; ABREU, J.G.; CABRAL, L.S. et al. Nutrition value of silage from corn hybrids in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.34, p.117-122, 2012.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Boletim Agrometeorológico de 2009 para Belém, PA**. 1 ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 39p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Características Agroclimáticas do Município de Paragominas**. 1 ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 21p.
- ERICKSON, P.S.; WHITEHOUSE, N.L; SPANGLER, D.A. et al. Case Study: Adding a bacterial inoculant to corn silage removed from a bunker silo and stored in piles. **The Professional Animal Scientist**, v.28, p.244-247, 2012.
- FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science**, .v.48, p249-251, 1965.

- HIGGINBOTHAM, G.E.; MUELLER, S.C.; BOLSEN, K.K. et al. Effect of inoculants containing propionic acid bacteria on fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2185-2191, 1998.
- KAMARLOIY, M.; YANSARI, A.T. Effects of microbial inoculants on the nutritive value of corn silage for beef cattle. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.11, p.1137-1141, 2008.
- KUNG JR, L.; MOULDER, B.M.; MULROONEY, R.S. et al. The effect of silage cutting height on the nutritive value of a normal corn silage hybrid compared with Brown Midrib corn silage fed to lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 1451-1457, 2008.
- LACERDA, M.J.R.; FREITAS, K.R.; SILVA, J.W. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de micro-ondas e convencional. **Bioscience Journal**, v.25, p.185-190, 2009.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340p.
- MERTENS, D.R. Balancing Carbohydrates in dairy rations. In: LARGE HERD DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, Ithaca, 1995. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University: Department of Animal Science, Cornell, 1988. p.150-161.
- MORAN, J.P.; WEINBERG, Z.G.; ASHBELL, G. et al. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 11., 1996, Aberystwyth. **Proceedings...** Aberystwyth: [IGER], 1996. p.162-163.
- NEYLON, J. M.; KUNG JR, L. Effects of cutting height and maturity on the nutritive value of corn silage for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.2163-2169, 2003.
- OLIVEIRA, F.C.L.; JOBIM, C.C.; SILVA, M.S.S. et al. Produtividade e valor nutritivo da silagem de híbridos de milho em diferentes alturas de colheita. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.720-727, 2011.
- PEDÓ, L.F.B.; NÖRNBERG, J.L.; VELHO, J.P. et al. Fracionamento dos carboidratos de silagens de milho safrinha colhidas em diferentes alturas de corte. **Ciência Rural**, v.39, p.188-194, 2009.
- REZENDE, A.V.; WATANABE, D.J.; RABÊLO, F.H.S. et al. Características agronômicas, bromatológicas e econômicas de alturas de corte para ensilagem da cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, p.961-970, 2015.
- SAVOIE, P.; JOFRIET, J.C. Silage Storage. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds). **Silage Science and Technology**. 1 ed. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p.405-468.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. 2008. SAS/STAT 9.2 User's Guide. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- TABACCO, E.; PIANO, S.; CAVALLARIN, L. et al. 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, p.1632-1641, 2009.
- VAKILY, H.; KHADEM, A.A.; REZAEIAN, M. et al. The impact of a bacterial inoculant on chemical composition, aerobic stability and degradability of corn silage and the subsequent performance of dairy cows. **International Journal of Veterinary Research**, v. 5, n. 1, p. 21-29, 2011.
- VAZ, F. N.; RESTLE, J.; EIFERT, E. C. et al. Efeitos da altura de colheita da silagem de milho e do nível de concentrado sobre as características da carcaça e da carne de novilhos super jovens. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, p.315-325, 2010.
- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. 1980. 98f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 1980.
- ZOPOLLATTO, M.; SARTURI, J. O. Optimization of the animal production system based on the selection of corn cultivars for silage. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 1., 2009, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.73-90.

#### 4. VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS DE PLANTAS DE MILHO COLHIDAS EM DUAS ALTURAS DE CORTE, INOCULADAS OU NÃO<sup>2</sup>

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar o efeito da altura de colheita e da inoculação bacteriana, com a combinação de bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, em plantas de milho sobre o consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio das silagens. Utilizou-se vinte e quatro ovinos machos, inteiros, com peso médio inicial de  $27 \pm 3$  kg, em delineamento em blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial  $2 \times 2$ , com duas alturas de colheita (25 e 40 cm do solo) e duas inoculações bacteriana (sem e com inoculante). A ensilagem de milho foi realizada em 24 silos experimentais quando os grãos de milho encontravam-se no estágio semiduro (próximo a 2/3 da linha do leite). A dieta fornecida aos animais foi constituída exclusivamente por silagens de milho. Os silos foram abertos após 45 dias da ensilagem e iniciou-se o ensaio, com posterior avaliação dos nutrientes do alimento fornecido, sobras, fezes e urina. Observou-se que não houve efeito de altura (A), inoculação (I) e nem interação  $A \times I$  para o consumo de matéria seca (média de 2,55% PV) em nenhuma das silagens estudadas, o que proporcionou maior consumo de proteína bruta, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais aos animais alimentados com silagens de plantas de milho colhidas a 40 cm. As silagens com inoculante apresentaram maior consumo de carboidratos não fibrosos (1,43% do peso vivo) em relação as silagens sem inoculante (1,26% do peso vivo). Não houve interação  $A \times I$  na digestibilidade da matéria seca das silagens de milho, mas houve redução na digestibilidade de proteína bruta e extrato etéreo, e aumento na digestibilidade da fibra em detergente ácido de silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm. A altura de 40 cm na colheita de plantas de milho proporcionou melhor balanço de nitrogênio aos ovinos. Conclui-se que a altura de colheita e a inoculação bacteriana, com a combinação de bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici* afetam pouco o consumo, digestibilidade e o balanço de nitrogênio por ovinos.

**Palavras-chave:** altura de colheita, consumo, digestibilidade, *Lactobacillus plantarum*, *Propionibacterium acidipropionici*

<sup>2</sup> Este capítulo segue as normas de apresentação da Revista Brasileira de Zootecnia

## 4.1 Introdução

O valor nutritivo de uma forrageira é o potencial que a mesma tem de fornecer nutrientes aos animais, e por isso, está diretamente relacionado com o seu consumo e digestibilidade. Apesar de mais de 60% da variação do consumo de energia estar relacionada com diferenças de consumo de matéria seca (MERTENS, 1994), a digestibilidade da dieta tem uma grande influência sobre o desempenho dos animais e ingestão da matéria seca (FRIGGENS et al., 1998).

Entre os fatores que afetam o valor nutritivo das forragens são destacados as concentrações de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. No entanto, em forragens conservadas o valor nutritivo também depende do eficiente processo fermentativo, o qual é influenciado pelas características intrínsecas da cultura no momento da colheita, onde o milho destaca-se como a cultura ideal, por apresentar teor de matéria seca entre 300 e 350 g/kg na matéria natural, baixo poder tampão e carboidratos solúveis superior a 150 g/kg na matéria seca, proporcionando a produção de silagem de bom valor nutritivo.

Além disso, o valor nutritivo da silagem de milho também varia em função de fatores extrínsecos, como por exemplo, o manejo na altura de colheita e a microbiota epifítica da planta. A altura de colheita do milho é um fator importante a se considerar, porque aumentando a altura de corte das plantas, aumenta-se a participação de grãos na matéria seca e a concentração energética em função da redução da porção colmo, melhorando a qualidade do volumoso, devido aos decréscimos significativos nos teores dos componentes da parede celular (REZENDE et al., 2015), implicando na redução de custos com a confecção da dieta.

Contudo, silagens de bom valor nutritivo apresentam estabilidade aeróbia reduzida, podendo deteriorar rapidamente e diminuir o consumo pelos animais, tornando necessário o uso de aditivos que aumentem a estabilidade aeróbia das silagens na fase pós-abertura. O uso do inoculante bacteriano contendo a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici* pode ser uma alternativa, pois pode proporcionar um bom processo fermentativo e melhorar a estabilidade aeróbia na fase de desabastecimento (VAKILY et al., 2011).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da altura de colheita (25 ou 40 cm do solo) e da inoculação bacteriana (sem ou com inoculante) contendo a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, sobre o consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio de ovinos alimentados exclusivamente com silagens de milho.

## 4.2 Material e métodos

O estudo foi conduzido na Unidade de Estudos Metabólicos de Pequenos Ruminantes, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), localizado a 1° 27' 07" de latitude sul, 48° 26' 13" de longitude oeste e a aproximadamente 11 m de altitude, em Belém, Pará. O clima da região é considerado Af (tropical úmido), segundo a classificação Köppen, com precipitação pluviométrica anual média de 267,85 mm e estação chuvosa concentrada entre os meses de dezembro e maio. A temperatura média anual é de 26,9 °C e com umidade relativa do ar em torno de 82% (EMBRAPA, 2011). Os procedimentos e as manipulações adotados com animais foram aprovados pela Comissão de ética no uso de animais (CEUA) da UFRA, protocolo nº 029/2014 (CEUA) e 23084.017610/2014-79 (UFRA).

A lavoura de milho foi implantada no mês de fevereiro do ano de 2015, onde

usou-se o híbrido de milho DKB 177 em densidade de plantio de 55 mil plantas/ha. Após 90 dias do plantio os grãos de milho das plantas se encontravam no estágio semiduro (próximo a 2/3 da linha do leite) indicado para a colheita. Antes da colheita foi realizada uma amostragem de plantas inteiras de milho, colhidas a 10 cm do solo, para determinação do teor de matéria seca em micro-ondas (LACERDA et al., 2009), o qual foi de 300 g/kg na MN. Posteriormente, a cultura foi colhida por colhedora tracionada por trator ajustada para a altura de corte desejada (25 ou 40 cm acima do solo).

Para a aplicação do inoculante na massa de forragem, o mesmo foi diluído em água destilada em temperatura ambiente e a aplicação feita a uma taxa de 5 mL kg<sup>-1</sup> de forragem fresca, aplicado de um modo uniforme por pulverização e homogeneizado na massa de forragem manualmente. A aplicação do inoculante seguiu a recomendação do fabricante, para a adição de 1x10<sup>5</sup> ufc g<sup>-1</sup> de forragem de bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*. Como silos experimentais foram usados 24 tambores plásticos de 200 L, sendo colocado em cada silo experimental 120 kg de forragem, a fim de atingir a densidade de 600 kg/m<sup>3</sup>.

Os silos foram abertos após 45 da ensilagem e iniciou-se o fornecimento exclusivamente de silagens de milho aos animais para a avaliação do valor nutritivo, onde cada animal recebeu silagem de um respectivo silo, as quais foram avaliadas quanto a composição química (AOAC, 1990), pH (BOLSEN et al., 1992) e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (FENNER, 1965) (Tabela 6). Nesse estudo foram utilizados 24 ovinos, machos, Santa Inês, inteiros, com 10 meses e peso corporal médio inicial de 27 ± 3 kg, distribuídos em um delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2, com duas alturas de colheita (25 ou 40 cm do solo) e com duas inoculações bacteriana (sem ou com inoculante) em 6 repetições,

totalizando 24 unidades experimentais.

Tabela 6 - Composição química (g/kg), pH e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (%) de silagens confeccionadas com plantas de milho colhidas em duas alturas de corte, sem ou com inoculante bacteriano

Item	25 cm de altura		40 cm de altura	
	SI	CI	SI	CI
MS	319,5	325,0	348,1	344,0
MO	968,7	969,0	969,7	969,0
MM	31,2	31,0	30,3	30,2
PB	48,1	53,2	56,7	56,9
EE	26,4	26,1	25,2	29,7
FDN	459,0	419,3	386,4	369,3
FDA	248,9	229,6	211,5	217,1
Hemicelulose	214,2	209,1	199,5	181,5
Celulose	221,8	209,6	194,1	192,8
CT	894,2	889,7	887,7	882,4
CNF	435,1	457,5	479,5	484,7
Lignina	27,1	20,0	17,4	24,3
Ph	3,64	3,62	3,66	3,69
N-NH <sub>3</sub> (%NT)	5,29	2,89	2,71	2,73

MS - Matéria seca; MO - Matéria orgânica; MM - Matéria mineral; PB - Proteína bruta; EE - Extrato etéreo; FDN - Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido; CT - Carboidratos totais; CNF - Carboidratos não fibrosos; N-NH<sub>3</sub>(%NT) - Nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total; SI - Sem inoculante; CI - Com inoculante.

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas de madeira com área de 0,79 m<sup>2</sup> (1,31 m x 0,60 m), com piso ripado para facilitar a coleta de fezes, providas de bebedouro e comedouro para fornecimento de água e alimento, respectivamente. Ao início do período experimental os animais foram pesados e divididos em dois blocos, animais com peso acima de 27 kg e animais com peso abaixo de 27 kg. Posteriormente, o sorteio foi feito para que ficassem três animais de cada bloco em cada tratamento. O

período experimental teve duração de 21 dias, sendo 14 dias para adaptação ao ambiente, manejo, dieta e ajuste do consumo, e 7 dias para coleta total de alimento fornecido, sobras, fezes e urina (LASCANO et al., 1992).

As silagens foram fornecidas a vontade em dois períodos (8h e 16h) e inicialmente a quantidade oferecida aos animais foi determinada com base no peso vivo de cada animal. Mas posteriormente, a quantidade oferecida foi calculada diariamente, a partir do consumo do dia anterior de cada animal, sendo ajustada para permitir sobras de aproximadamente 10%. As fezes foram coletadas em coletores plásticos, pesadas diariamente e individualmente homogeneizadas para retirada de amostras referentes a 10% do peso total, e acondicionadas em embalagens plásticas devidamente identificadas. A urina foi colhida em baldes plásticos com tela separadora, com intuito de evitar a mistura com as fezes.

Para a coleta de urina, foram colocados diariamente nos recipientes coletores, 10 mL de ácido sulfúrico (10%) para evitar a fermentação e perdas de amônia por volatilização. As amostras compostas das sobras, alimento fornecido, urina e fezes foram conservadas em freezer para posterior processamento e análises laboratoriais. O consumo foi realizado por meio da pesagem do alimento fornecido e das sobras, durante o período de coleta de dados.

Após o período de coleta de fornecido, sobras e fezes, foi feita determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (AOAC, 1990). Os teores de FDN foram corrigidos para cinzas e proteínas. Os conteúdos de carboidratos totais foram calculados de acordo com Sniffen et al. (1992), através da fórmula:  $CT = 100 - (PB + EE + MM)$ , e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados conforme fórmula proposta por Mertens (1988), em

que:  $CNF = 100 - (PB + EE + FDN + MM)$ , mas usando o FDN corrigido.

Foram avaliados o consumo médio diário de MS (CMDMS), MO (CMDMO), PB (CMDPB), FDN (CMDFDN), FDA (CMDFDA), EE (CMDEE), CNF (CMDCNF) e nutrientes digestíveis totais (CMDNDT), e o coeficiente de digestibilidade aparente da MS (CDAMS), MO (CDAMO), PB (CDAPB), FDN (CDAFDN), FDA (CDAFDA), EE (CDAEE), CNF (CDACNF), bem como o balanço de nitrogênio das silagens e o teor de percentual de nutrientes digestíveis totais (NDT%). Os valores de CMDNDT e o NDT% foram determinados de acordo com as seguintes fórmulas (SNIFFEN et al., 1992):

$$CMDNDT \text{ (g/d)} = PBD(g) + CNFD(g) + FDND(g) + (2,25 \times EED(g));$$

$$NDT(\%) = CMDNDT/CMS \times 100.$$

Nas amostras de urina foi determinado o teor de nitrogênio, para o cálculo do balanço de nitrogênio (N), expresso em g/animal/dia e em g/UTM ( $PV^{-0,75}$ ), conforme as formulas descritas por Zeoula et al. (2006) e Moreno et al. (2010):

$$N \text{ retido} = N \text{ ingerido} - (N \text{ fezes} + N \text{ urina});$$

$$N \text{ absorvido} = N \text{ ingerido} - N \text{ fezes};$$

$$N \text{ ingerido} = N \text{ ofertado} - N \text{ sobras}.$$

As variáveis foram analisadas como um arranjo fatorial  $2 \times 2$  (intervalo de confiança = 95%) usando o procedimento GLM do programa SAS (Statistical Analysis System, 2008), observando os efeitos de altura (A), inoculação (I) e a interação desses ( $A \times I$ ). As médias foram comparadas por meio do teste “t” em nível de 5% de probabilidade. O modelo estatístico adotado para a avaliação do consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e NDT foi:

$$Y_{pijr} = \mu + B_p + A_i + I_j + IA_{ij} + E_{pijr}$$

onde:

$Y_{pijr}$  = observação referente ao animal r, no bloco p, alimentado com silagem

proveniente da altura  $i$  e a inoculação  $j$ , com as interações altura  $\times$  inoculação e ao erro aleatório associado a cada observação;

$\mu$  = constante comum entre as observações;

$B_p$  = efeito do bloco peso (1 - acima de 27 kg, 2 - abaixo de 27kg);

$A_i$  = efeito da altura  $i$  (1 - 25cm, 2 - 40 cm);

$I_j$  = efeito da inoculação  $j$  ( $j = 1$  - sem inoculante, 2 - com inoculante);

$IA_{ij}$  = efeito da interação da altura  $i$  e a inoculação  $j$ ;

$E_{pijr}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{pijr}$ .

### 4.3 Resultados e Discussão

A composição química das silagens de milho desse estudo (Tabela 6) mostrou que os teores de MS estão dentro da faixa recomendada de 300 - 350 g/kg de matéria natural. Além disso, os teores de FDN e FDA foram semelhantes aos teores observados por Domingues et al. (2012) usando o mesmo híbrido de milho, os quais foram 441,2 e 233,5 g/kg de MS, respectivamente. Entretanto, os teores de PB foram menores que a variação (66,0 e 84,0 g/kg de MS) observada por Zopollatto e Sarturi (2009) em revisão de literatura sobre silagem de milho. Os valores de pH das silagens (Tabela 6) encontraram-se dentro da faixa recomendada de 3,8 - 4,2, e os valores de N-NH<sub>3</sub>/NT das silagens (Tabela 6) encontraram-se abaixo do limite máximo recomendado, de 10%, para silagens de boa qualidade (McDONALD et al., 1991).

Não houve interação ( $p > 0,05$ )  $A \times I$  no CMDMS e dos nutrientes (Tabela 7). Contudo, observou-se que o CMDNDT para os tratamentos foi de 431,79 g, superior ao recomendado pelo NRC (1985) para ovinos de grande porte pesando 30 kg (300 g/d), para obter ganho de peso diário de 100 g. Entretanto, observou-se que o CMDPB para os tratamentos foi de 38,74 g, inferior ao recomendado pelo NRC (1985), de 139 g/d.

Além disso, os teores de PB das silagens de milho foram inferiores (Tabela 6) ao limite crítico de 70 g/kg recomendado para que o desenvolvimento de microrganismos no rúmen do animal não seja afetado, acarretando em redução da digestão de fibras e, conseqüentemente, redução no consumo pelo comprometimento da função ruminal (MERTENS, 1994). Tal efeito também foi observado por Moreira et al. (2001) ao fornecerem aos ovinos (peso médio ao redor de 47 kg) exclusivamente silagem de milho contendo 56,7 g/kg de PB.

Em um estudo semelhante, Rodrigues et al. (2002) igualmente não observaram diferenças nos CMDMS e nutrientes em silagens de milho sem ou com inoculante bacteriano (combinação de *Streptococcus faecium* e *Lactobacillus plantarum*). Os autores também utilizaram exclusivamente a silagem de milho na dieta de ovinos (peso médio ao redor de 35 kg) e observaram CMDNDT para os tratamentos de 459,49 g/d, sendo 27,7 g/d a mais que o encontrado nesse estudo. Observou-se que as silagens de milho fornecidas aos animais, no estudo de Rodrigues et al. (2002), apresentavam teor médio de PB de 96,4 g/kg de MS, superior ao limite crítico recomendado, entretanto não se sabe se o CMDPB ocorreu de forma adequada, pois os autores não o determinaram.

A altura na colheita não teve efeito ( $p > 0,05$ ) sobre o CMDMS, CMDMO, CMDEE e CMDFDN. Entretanto, a altura na colheita de 40 cm das plantas de milho proporcionou maior ( $p < 0,05$ ) CMDPB, CMDCNF e CMDNDT às silagens, os quais foram 0,16; 1,41 e 1,72% do peso vivo, respectivamente, diferente da altura na colheita de 25 cm, que apresentou 0,13; 1,29 e 1,55% do peso vivo, respectivamente. O maior consumo desses nutrientes ocorreu devido a maior concentração dos mesmos nas silagens confeccionadas com plantas colhidas na altura de 40 cm (Tabela 6), visto que

os animais não apresentaram diferenças no CMDMS entre as alturas utilizadas na colheita.

Tabela 7 - Consumo de matéria seca, nutrientes e nutrientes digestíveis totais de ovinos alimentados com silagens de milho, de plantas colhidas em duas alturas de corte, com e sem inoculante bacteriano.

Item	g/d				SE	p-valor		
	25 cm de altura		40 cm de altura			A	I	INT
	SI	CI	SI	CI				
CMDMS	662,81	656,41	683,05	680,55	43,42	0,61	0,91	0,96
CMDMO	642,93	636,26	660,19	660,29	42,10	0,63	0,94	0,94
CMDPB	37,35	33,98	41,43	42,21	2,55	0,03	0,62	0,43
CMDEE	17,74	15,65	17,38	16,75	1,02	0,72	0,20	0,48
CMDFDN	255,94	225,93	256,45	222,89	17,84	0,94	0,09	0,92
CMDFDA	139,78	117,14	133,60	138,35	9,73	0,45	0,37	0,17
CMDCNF	331,90	360,70	344,92	378,42	22,26	0,50	0,18	0,92
CMDNDT	426,21	412,15	437,25	451,54	33,85	0,46	0,99	0,68

Item	% PV				SE	p-valor		
	25 cm de altura		40 cm de altura			A	I	INT
	SI	CI	SI	CI				
CMDMS	2,37	2,52	2,65	2,67	0,11	0,07	0,47	0,54
CMDMO	2,30	2,44	2,57	2,58	0,10	0,08	0,47	0,56
CMDPB	0,13	0,13	0,16	0,16	0,006	<0,01	0,89	0,69
CMDEE	0,06	0,06	0,07	0,07	0,003	0,13	0,61	0,61
CMDFDN	0,92	0,87	1,00	0,87	0,05	0,40	0,10	0,45
CMDFDA	0,50	0,45	0,52	0,54	0,03	0,04	0,66	0,18
CMDCNF	1,19	1,39	1,34	1,48	0,06	0,04	<0,01	0,63
CMDNDT	1,52	1,58	1,70	1,76	0,08	0,04	0,44	0,99

Item	g/UTM				SE	p-valor		
	25 cm de altura		40 cm de altura			A	I	INT
	SI	CI	SI	CI				
CMDMS	54,47	56,95	59,73	59,69	2,52	0,13	0,63	0,62
CMDMO	52,84	55,20	57,73	57,91	2,44	0,13	0,61	0,66
CMDPB	3,06	2,95	3,62	3,70	0,13	<0,01	0,90	0,50
CMDEE	1,46	1,36	1,52	1,47	0,06	0,18	0,22	0,69
CMDFDN	21,00	19,60	22,43	19,57	1,14	0,55	0,08	0,53
CMDFDA	11,47	10,17	11,67	12,16	0,61	0,08	0,51	0,16
CMDCNF	27,31	31,30	30,16	33,18	1,28	0,08	0,01	0,71
CMDNDT	34,87	35,72	38,18	39,44	1,95	0,09	0,59	0,91

MS - Matéria seca; MO - Matéria orgânica; PB - Proteína bruta; EE - Extrato etéreo; FDN - Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido; CNF - Carboidratos não fibrosos; NDT - Nutrientes digestíveis totais; SI - Sem inoculante; CI - Com inoculante; SE - Erro padrão da média; A - Altura; I - Inoculação; INT - Interação A × I.

A altura na colheita de 40 cm das plantas de milho também proporcionou maior ( $p < 0,05$ ) CMDFDA (0,53 contra 0,47% do peso vivo) às silagens, o que ocorreu porque essas silagens apresentavam menor teor de FDN que as silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm, mas com teor semelhante de FDA (Tabela 6), então pode-se associar esse efeito à proporção de FDN e FDA nas silagens, onde a proporção de FDA nas silagens de plantas de milho colhidas na altura de 40 cm foi maior. Em um estudo semelhante, Kung Jr et al. (2008) ao avaliarem duas alturas na colheita de plantas de milho para ensilagem (10 e 15 cm), também observaram melhoria na composição de nutrientes e não observaram diferenças no CMDMS por vacas recebendo dieta mista com concentrados e produzindo ao redor de 45 kg de leite/animal/dia. Contudo, esses autores não avaliaram o consumo de nutrientes das silagens.

A inoculação na ensilagem não teve efeito ( $p > 0,05$ ) sobre o CMDMS, CMDMO, CMDPB, CMDEE, CMDFDN, CMDFDA e CMDNDT. Semelhante à esse trabalho, Vakily et al. (2011) também não observaram diferenças no CMDMS por vacas recebendo dieta mista com concentrados e produzindo ao redor de 35 kg de leite/animal/dia. Já Mohammadzadeh et al. (2012), observaram menor CMDMS por vacas recebendo dieta mista com concentrados e produzindo ao redor de 44 kg de leite/animal/dia. Entretanto, ambos os pesquisadores não avaliaram o efeito da inoculação bacteriana pela combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici* sobre o consumo de nutrientes, como foi avaliado no presente estudo.

As silagens de milho com inoculante apresentaram maior ( $p < 0,05$ ) CMDCNF (1,43% do peso vivo), diferente das silagens sem inoculante (1,26% do peso vivo). Isso ocorreu porque o teor de FDN nas silagens com inoculante foi menor que o das silagens

sem inoculante (Tabela 6), o que aumenta a proporção de CNF nas silagens de milho com inoculante, devido o FDN fazer parte do cálculo de determinação dos CNF. Essa redução no teor de FDN também foi observado por Kamarloiy e Yansari (2008), ao utilizarem um inoculante contendo a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, em silagens de milho. Esse tipo de efeito ocorre devido a rápida fermentação e queda do pH em silagens de milho com inoculante, ocasionando hidrólise parcial da hemicelulose.

Em relação à digestibilidade, não houve interação ( $p > 0,05$ ) A  $\times$  I sobre o CDAMS, CDAMO, CDAFDN e CDACNF. O CDAMS, CDAPB e o CDACNF dos tratamentos foram em média 57,45; 44,61 e 75,31%, respectivamente, menores que os observados nas Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos (VALADARES FILHO et al., 2010), os quais foram 59,58; 56,24 e 84,30%, respectivamente. Entretanto, o CDAMO, CDAEE, CDAFDN, CDAFDA e o NDT foram 64,48; 82,33; 49,32; 46,73 e 65,17%, semelhantes aos observados por Valadares Filho et al. (2010).

A interação A  $\times$  I proporcionou menor CDAPB, CDAEE e CDAFDA (Tabela 8). O CDAPB de silagens de plantas de milho colhidas na altura de 40 cm sem e com inoculante (45,36 e 49,49%) e de silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm sem inoculante (47,29%) foram maiores ( $p < 0,05$ ) que os das silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm com inoculante (35,50%). O CDAEE de silagens de plantas de milho colhidas na altura de 40 cm sem e com inoculante (82,99 e 85,82%) e de silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm sem inoculante (83,37%) foram maiores ( $p < 0,05$ ) que os das silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm com inoculante (77,14%). O CDAFDA de silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm sem inoculante (51,31%) e de silagens de plantas de milho colhidas a 40

cm sem e com inoculante (42,43 e 51,43%) foram maiores e iguais ( $p < 0,05$ ), diferindo ( $p < 0,05$ ) das silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm com inoculante (41,75%).

A menor digestibilidade dos nutrientes nas plantas de milho colhidas na altura de 25 cm com inoculante (Tabela 8), sugere que a menor concentração de nutrientes associada ao fato de que algumas bactérias inoculadas chegaram vivas e funcionais ao rúmen, permitiu que as mesmas interferissem nos metabólitos gerados pelos microrganismos ruminais, afetando a digestibilidade dos nutrientes (CALLAWAY et al., 1997). Tal efeito não foi observado nas silagens de milho colhidas na altura de 40 cm, porque essas apresentavam maior concentração de nutrientes. A redução no CDAEE e CDAPB por ovinos (peso médio ao redor de 40 kg) também foi observada por Rowghani et al. (2009) em silagens de milho inoculadas com um inoculante contendo a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*.

A altura na colheita das plantas de milho não teve efeito sobre o CDAMS, CDAMO, CDAPB, CDAFDA, CDACNF e NDT. Diferente do observado por Caetano et al. (2011), em avaliação de colheita das plantas a 5 cm acima do nível do solo e a 5 cm abaixo da inserção da primeira espiga, os quais concluíram que a maior altura na colheita de plantas de milho melhorou a qualidade da silagem, em decorrência da redução da participação das frações colmo e folhas, havendo como consequência a redução dos componentes da parede celular e aumento nas proporções de grãos, o que determinou o aumento na digestibilidade da MS e NDT.

Tabela 8 - Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes, e percentual de nutrientes digestíveis totais de ovinos alimentados com silagens de milho, de plantas colhidas em duas alturas de corte, com e sem inoculante bacteriano

Item	%				SE	p-valor		
	25 cm de altura		40 cm de altura			A	I	INT
	SI	CI	SI	CI				
CDAMS	58,60	54,56	55,98	60,67	2,52	0,47	0,89	0,08
CDAMO	65,36	63,96	63,38	65,21	1,45	0,79	0,88	0,26
CDAPB	47,29	35,50	45,36	49,49	3,23	0,07	0,23	0,02
CDAEE	83,37	77,14	82,99	85,82	1,57	0,01	0,27	<0,01
CDAFDN	55,79	48,29	47,88	45,33	2,74	0,04	0,07	0,35
CDAFDA	51,31	41,75	42,43	51,43	3,47	0,90	0,93	0,01
CDACNF	73,93	76,00	75,66	75,66	1,82	0,35	0,27	0,97
NDT	66,17	64,70	63,91	65,90	1,41	0,70	0,85	0,22

MS - Matéria seca; MO - Matéria orgânica; PB - Proteína bruta; EE - Extrato etéreo; FDN - Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido; CNF - Carboidratos não fibrosos; NDT - Nutrientes digestíveis totais; SI - Sem inoculante; CI - Com inoculante; SE - Erro padrão da média; A - Altura; I - Inoculação; INT - Interação A × I.

A altura na colheita de 40 cm proporcionou maior ( $p < 0,05$ ) CDAEE e menor ( $p < 0,05$ ) CDAFDN (Tabela 8), onde as silagens de plantas de milho colhidas na altura de 40 cm apresentaram CDAEE e CDAFDN de 84,40 e 46,60%, respectivamente. Enquanto que as silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm apresentaram CDAEE e CDAFDN de 80,25 e 52,04%, respectivamente. O maior CDAEE deve-se a menor proporção de lignina nas silagens de plantas de milho colhidas na altura de 40 cm, pois a redução na ingestão dessa fração do alimento pelo animal, resulta em maior tempo de permanência desse nutriente no trato gastrintestinal, aumentando a digestibilidade (COSTA et al., 2010). O menor CDAFDN deve-se ao menor teor de FDN nessas silagens, visto que os CDAFDN tendem a aumentar linearmente com os maiores teores de FDN na dieta, em função da maior concentração de volumoso (ARAÚJO, 1998). Tal resultado difere do observado por Kung Jr et al. (2008), os quais não observaram diferenças na digestibilidade do FDN ao avaliarem duas alturas de colheita (10 e 15 cm).

A inoculação na ensilagem não teve efeito ( $p>0,05$ ) sobre o CDAMS, CDAMO, CDAPB, CDAEE, CDAFDN, CDAFDA, CDACNF e NDT. Semelhantes resultados também foram observados por Mohammadzadeh et al. (2012), os quais não observaram diferenças no CDAMO, CDAPB e CDAFDN por vacas recebendo dieta mista com concentrados e produzindo ao redor de 44 kg de leite/animal/dia. Igualmente, Rowghani et al. (2009) não observaram diferença no CDAMS, CDAMO, CDAFDN, CDAFDA, mas observaram uma redução no CDAEE e CDPB por ovinos com peso médio ao redor de 40 kg recebendo dieta mista com concentrados.

O balanço de nitrogênio de todos os ovinos alimentados com silagens de milho foi positivo (Tabela 9), indicando que os animais apresentaram equilíbrio quanto aos seus compostos nitrogenados mesmo com o baixo teor de PB nas silagens de milho. A ausência de suplementação proteica, adotada no presente experimento, teve como objetivo evitar a diluição das possíveis respostas obtidas com os processos de elevação da altura na colheita e inoculação bacteriana. Entretanto, A interação  $A \times I$  e a inoculação bacteriana não afetaram ( $p>0,05$ ) as concentrações de nitrogênio ingerido, retido e absorvido nos ovinos alimentados com silagens de milho, diferente ( $p<0,05$ ) da altura de colheita.

A altura na colheita de 40 cm de plantas de milho para ensilagem proporcionou maior ( $p<0,05$ ) balanço de nitrogênio aos ovinos. O nitrogênio ingerido por ovinos alimentados com silagens de milho de plantas colhidas a 25 cm foi 0,48 g/UTM, inferior ( $p<0,05$ ) ao dos ovinos alimentados com silagens de milho de plantas colhidas a 40 cm, que ingeriram 0,58 g/UTM (Tabela 9). Isso ocorreu devido ao maior teor de PB nas silagens de plantas colhidas na maior altura, pois quanto maior o teor de PB da dieta maior é a quantidade de nitrogênio ingerido (GERON et al., 2015). O nitrogênio retido de ovinos alimentados com silagens de plantas colhidas na altura de 40 cm foi de 0,24

g/UTM, superior ( $p < 0,05$ ) ao dos ovinos alimentados com silagens de milho de plantas colhidas na altura de 25 cm, que reteram 0,17 g/UTM (Tabela 9), o que geralmente ocorre quando as dietas apresentam maior CDAPB (ZEOULA et al., 2006), mas o presente trabalho não mostrou diferenças ( $p = 0,07$ ) no CDAPB em função da altura utilizada na colheita.

Tabela 9 - Balanço de nitrogênio de animais alimentados silagens de milho, de plantas colhidas em duas alturas de corte, sem ou com inoculante bacteriano

Item	g/d					p-valor		
	25 cm de altura		40 cm de altura		SE	A	I	INT
	SI	CI	SI	CI				
Ni	6,05	5,66	6,63	6,75	0,45	0,07	0,76	0,56
Nr	2,40	1,75	2,63	2,81	0,29	0,03	0,41	0,15
Na	2,85	2,24	3,06	3,33	0,29	0,03	0,54	0,13

Item	g/UTM					p-valor		
	25 cm de altura		40 cm de altura		SE	A	I	INT
	SI	CI	SI	CI				
Ni	0,48	0,48	0,58	0,59	0,02	<0,01	0,78	0,92
Nr	0,19	0,15	0,23	0,25	0,02	<0,01	0,53	0,15
Na	0,23	0,19	0,27	0,29	0,02	<0,01	0,74	0,12

Ni - Nitrogênio ingerido; Nr - Nitrogênio retido; Na - Nitrogênio absorvido; SI - Sem inoculante; CI - Com inoculante; SE - Erro padrão da média; A - Altura; I - Inoculação; INT - Interação  $A \times I$ .

Entretanto, a maior quantidade de nitrogênio retido, ocorreu em função da maior ( $p < 0,05$ ) quantidade de nitrogênio absorvido nas silagens de plantas de milho colhidas na altura de 40 cm. Esses ovinos absorveram 0,27 g/UTM, enquanto que os ovinos alimentados com silagens de milho de plantas colhidas a 25 cm absorveram 0,20 g/UTM (Tabela 9). Logo, a altura de 40 cm na colheita de plantas de milho proporcionou melhor balanço de nitrogênio aos animais em função do maior aporte proteico e energético presentes nessas silagens, pois nessa altura os animais também apresentaram maior CMDPB e CMDNDT.

#### 4.4 Conclusão

A altura de colheita, de 25 e 40 cm, e a inoculação bacteriana, com a combinação de bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, afetam pouco o consumo, digestibilidade e o balanço de nitrogênio. Silagens de plantas de milho colhidas na altura de 25 cm inoculadas podem reduzir a digestibilidade da PB e do EE. A altura na colheita de 40 cm de plantas de milho proporciona uma discreta melhora no consumo de nutrientes sem afetar o consumo de matéria seca por ovinos, melhorando o balanço de nitrogênio dos animais. Entretanto, essas silagens podem reduzir o CDAFND por ovinos.

#### REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo níveis de volumosos em bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.345-354, 1998
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**, 15.ed. Arlington: AOAC International, 1990. 770p.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C. BRENT, B.E. et al. et al. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.3066-3083, 1992.
- CAETANO, H.; OLIVEIRA, M.D.S.; FREITAS JÚNIOR, J.E. et al. Nutritional characteristics and *in vitro* digestibility of silages from different corn cultivars harvested at two cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.708-714, 2011.
- CALLAWAY, T.R.; CARNEIRO DE MELLO, A.M.S.; RUSSEL, J.B. The effect of Nisin and Monensin on ruminal fermentations *in vitro*. **Current Microbiology: an International Journal**, New York, v. 35, p. 90-96, 1997.
- COSTA, D.A.; FERREIRA, G.D.G; ARAÚJO, C.V. et al. Consumo e digestibilidade de dietas com níveis de torta de dendê para ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p.783-792, 2010.
- DOMINGUES, A.N.; ABREU, J.G.; CABRAL, L.S. et al. Nutrition value of silage from corn hybrids in the State of Mato Grosso, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.34, p.117-122, 2012.

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Boletim Agrometeorológico de 2009 para Belém, PA.** 1 ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 39p.
- FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science**, .v.48, p249-251, 1965.
- FRIGGENS, N.E.; EMMANS, G.C.; KYRIAZAKIS, I. et al. Feed intake relative to stage of lactation for cows consuming total mixed diets with a high or low ratio of forage to concentrate. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2228-2239, 1998.
- GERON, L.J.V.; COSTA, F.G.; SANTOS, R.H.E. et al. Balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com rações contendo diferentes teores de concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, p.1609-1622, 2015.
- KAMARLOIY, M.; YANSARI, A.T. Effects of microbial inoculants on the nutritive value of corn silage for beef cattle. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.11, p.1137-1141, 2008.
- KUNG JR, L.; MOULDER, B.M.; MULROONEY, R.S. et al. The effect of silage cutting height on the nutritive value of a normal corn silage hybrid compared with Brown Midrib corn silage fed to lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 1451-1457, 2008.
- LACERDA, M.J.R.; FREITAS, K.R.; SILVA, J.W. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de micro-ondas e convencional. **Bioscience Journal**, v.25, p.185-190, 2009.
- LASCANO, C.E.; BOREL, R.; QUIROZ, R. et al. Recommendations on the methodology for measuring consumption and in vivo digestibility. p. 173-182. In: RUIZ, M. E.; RUIZ, S. E. (Eds.). Ruminant Nutrition Research: methodological guidelines. San Jose, C. R.: **Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture**. Latin American Network for Animal Production Systems Research, 1992.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340p.
- MERTENS, D.R. 1994. **Regulation of forage intake**. In: FAHEY JR. (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. Madison, WI: ASA. p.450-493.
- MERTENS, D.R. Balancing Carbohydrates in dairy rations. In: LARGE HERD DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, Ithaca, 1995. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University: Department of Animal Science, Cornell, 1988. p.150-161.
- MOHAMMADZADEH, H.; KHORVASH, M.; GHORBANI, G.R. et al. Frosted corn silage with or without bacterial inoculants in dairy cattle ration. **Livestock Science**, v.145, p.153-159, 2012
- MOREIRA, A.L.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. et al. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes da silagem de milho e dos fenos de alfafa e de capim-coastcross, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1099-1105, 2001.

- MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; LEÃO, A. G.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREZ, H. L.; ROSSI, R. C. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.853-860, 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1985. **Nutrient requirements of sheep**. 6.ed. Washington, DC.: National Academy Press. 99p.
- REZENDE, A.V.; WATANABE, D.J.; RABÊLO, F.H.S. et al. Características agronômicas, bromatológicas e econômicas de alturas de corte para ensilagem da cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, p.961-970, 2015.
- RODRIGUES, P.H.M.; ANDRADE, S.J.T.; RUZANTE, J.M. et al. Valor nutritivo da silagem de milho sob o efeito da inoculação de bactérias ácido-láticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2380-2385, 2002.
- ROWGHANI, E.; ZAMIRI, M. J. The effects of a microbial inoculant and formic acid as silage additives on chemical composition, ruminal degradability and nutrient digestibility of corn silage in sheep. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v.10, p.110-118, 2009.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. 2008. SAS/STAT 9.2 User's Guide. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- VAKILY, H.; KHADEM, A.A.; REZAEIAN, M. et al. The impact of a bacterial inoculant on chemical composition, aerobic stability and degradability of corn silage and the subsequent performance of dairy cows. **International Journal of Veterinary Research**, v. 5, n. 1, p. 21-29, 2011.
- VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. CQBAL 3.0. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Suprema Gráfica Ltda. 2010.
- ZEOULA, L. M.; FERELI, F.; PRADO, I. N.; et al. Digestibilidade e balanço de nitrogênio com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2179-2186, 2006.
- ZOPOLLATTO, M.; SARTURI, J. O. Optimization of the animal production system based on the selection of corn cultivars for silage. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 1., 2009, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.73-90.

## 5. COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVINOS ALIMENTADOS COM SILAGENS DE PLANTAS DE MILHO COLHIDAS EM DUAS ALTURAS DE CORTE, INOCULADAS OU NÃO<sup>3</sup>

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar o efeito da altura de colheita e da inoculação bacteriana, com a combinação de bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, em plantas de milho sobre o comportamento ingestivo de ovinos. Utilizou-se vinte e quatro ovinos machos, inteiros, com peso médio inicial de  $27 \pm 3$  kg, em delineamento em blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial  $2 \times 2$ , com duas alturas de colheita (25 e 40 cm do solo) e duas inoculações bacteriana (sem e com inoculante). A ensilagem de milho foi realizada em 24 silos experimentais quando os grãos de milho encontravam-se no estágio semiduro (próximo a 2/3 da linha do leite). A dieta fornecida aos animais foi constituída exclusivamente por silagens de milho. A silagem de milho foi fornecida aos animais após 45 dias da ensilagem e o ensaio foi realizado durante dois dias através da observação do comportamento animal. Foram registrados o tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio e o número e o tempo de mastigações meréricas por bolo ruminado. O tempo de alimentação, ruminação e ócio não foram afetados pela altura de colheita e pela inoculação bacteriana nas silagens de milho. Observou-se que os animais despenderam maior tempo em ruminação e ócio, com menor tempo em alimentação. Em média os ovinos passaram 4,32 horas/dia (h/d) em alimentação, 10,05 h/d em ruminação e 9,63 h/d em ócio, o que ocorreu em função do teor médio de fibra em detergente neutro nas silagens de milho, o qual foi de 408,5 g/kg de matéria seca. Observou-se que em média 74% da atividade de alimentação foi realizada no horário diurno, a maior concentração da atividade de ruminação ocorreu no horário noturno (52,47%) e o ócio ocorreu entre essas duas atividades, principalmente, no horário noturno (42,11%). Conclui-se que a altura de colheita e a inoculação bacteriana não afetam o comportamento ingestivo de ovinos alimentados exclusivamente com silagens de milho.

**Palavras-chave:** altura de colheita, ingestão de ovinos, *Lactobacillus plantarum*, *Propionibacterium acidipropionici*

<sup>3</sup> Este capítulo segue as normas de apresentação da Revista Brasileira de Zootecnia

## 5.1 Introdução

O estudo do comportamento animal é de fundamental importância na nutrição e produção de ruminantes, tendo em vista que as condições que o animal é submetido juntamente com as características do alimento fornecido à esse animal podem influenciar no seu desempenho. Entre as características da dieta constituída por silagens que influenciam no comportamento ingestivo dos animais, pode-se citar as características químicas e fermentativas, as quais dependem da cultura utilizada e do manejo no processo de ensilagem, considerando desde a colheita da forrageira até a fase de desabastecimento da silagem para ser fornecida aos animais.

Em silagens de milho, por exemplo, as características químicas e fermentativas da silagem podem ser melhoradas com a elevação na altura de colheita, onde observa-se que há um aumento percentual na participação de grãos na massa ensilada e redução na participação de colmos (CAETANO et al., 2012), resultando em maiores teores de matéria seca, proteína bruta e amido, e decréscimos significativos nos teores de fibras. Além disso, possibilitando melhores condições de fermentação pela maior presença de carboidratos solúveis.

Entretanto, as características químicas e fermentativas das silagens de milho podem ser depreciadas na fase de desabastecimento, visto que essas silagens apresentam estabilidade aeróbia reduzida, possibilitando o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, afetando o comportamento ingestivo do animal devido a menor aceitabilidade por silagens deterioradas. Segundo Bolsen et al. (2002), silagens deterioradas apresentam maiores valores de pH e fração fibrosa, e menores teores de matéria seca, matéria orgânica e amido, ocasionando redução no consumo de matéria seca e na digestibilidade da matéria orgânica, proteína bruta e da porção fibrosa.

Contudo, o uso do inoculante bacteriano contendo a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici* pode ser uma alternativa, pois pode proporcionar um bom processo fermentativo e melhorar a estabilidade aeróbia na fase de desabastecimento (VAKILY et al., 2011). Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da altura de colheita (25 ou 40 cm do solo) e da inoculação bacteriana (sem ou com inoculante) contendo a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, sobre o comportamento ingestivo de ovinos alimentados exclusivamente com silagens de milho.

## 5.2 Material e métodos

O estudo foi conduzido na Unidade de Estudos Metabólicos de Pequenos Ruminantes, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), localizado a 1° 27' 07'' de latitude sul, 48° 26' 13'' de longitude oeste e a aproximadamente 11 m de altitude, em Belém, Pará. O clima da região é considerado Af (tropical úmido), segundo a classificação Köppen, com precipitação pluviométrica anual média de 267,85 mm e estação chuvosa concentrada entre os meses de dezembro e maio. A temperatura média anual é de 26,9 °C e com umidade relativa do ar em torno de 82% (EMBRAPA, 2011). Os procedimentos e as manipulações adotados com animais foram aprovados pela Comissão de ética no uso de animais (CEUA) da UFRA, protocolo nº 029/2014 (CEUA) e 23084.017610/2014-79 (UFRA).

A lavoura de milho foi implantada no mês de fevereiro do ano de 2015, onde usou-se o híbrido de milho DKB 177 em densidade de plantio de 55 mil plantas/ha. Após 90 dias do plantio os grãos de milho das plantas se encontravam no estágio semiduro (próximo a 2/3 da linha do leite) indicado para a colheita. Antes da colheita foi realizada uma amostragem de plantas inteiras de milho, colhidas a 10 cm do solo,

para determinação do teor de matéria seca em micro-ondas (LACERDA et al., 2009), o qual foi de 300 g/kg na MN. Posteriormente, a cultura foi colhida por colhedora tracionada por trator ajustada para a altura de corte desejada (25 ou 40 cm acima do solo).

Para a aplicação do inoculante na massa de forragem, o mesmo foi diluído em água destilada em temperatura ambiente e a aplicação feita a uma taxa de 5 mL kg<sup>-1</sup> de forragem fresca, aplicado de um modo uniforme por pulverização e homogeneizado na massa de forragem manualmente. A aplicação do inoculante seguiu a recomendação do fabricante, para a adição de 1x10<sup>5</sup> ufc g<sup>-1</sup> de forragem de bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*. Como silos experimentais foram usados 24 tambores plásticos de 200 L, sendo colocado em cada silo experimental 120 kg de forragem, a fim de atingir a densidade de 600 kg/m<sup>3</sup>.

Os silos foram abertos após 45 da ensilagem e iniciou-se o fornecimento exclusivamente de silagens de milho aos animais para a avaliação do comportamento ingestivo, onde cada animal recebeu silagem de um respectivo silo, as quais foram avaliadas quanto a composição química (AOAC, 1990), pH (BOLSEN et al., 1992) e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (FENNER, 1965) (Tabela 10). Nesse estudo foram utilizados 24 ovinos, machos, Santa Inês, inteiros, com 10 meses e peso corporal médio inicial de 27 ± 3 kg, distribuídos em um delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2, com duas alturas de colheita (25 ou 40 cm do solo) e com duas inoculações bacteriana (sem ou com inoculante) em 6 repetições, totalizando 24 unidades experimentais.

Tabela 10 - Composição química (g/kg), pH e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (%) de silagens confeccionadas com plantas de milho colhidas em duas alturas de corte, sem ou com inoculante bacteriano

Item	25 cm de altura		40 cm de altura	
	SI	CI	SI	CI
MS	319,5	325,0	348,1	344,0
MO	968,7	969,0	969,7	969,0
MM	31,2	31,0	30,3	30,2
PB	48,1	53,2	56,7	56,9
EE	26,4	26,1	25,2	29,7
FDN	459,0	419,3	386,4	369,3
FDA	248,9	229,6	211,5	217,1
Hemicelulose	214,2	209,1	199,5	181,5
Celulose	221,8	209,6	194,1	192,8
CT	894,2	889,7	887,7	882,4
CNF	435,1	457,5	479,5	484,7
Lignina	27,1	20,0	17,4	24,3
Ph	3,64	3,62	3,66	3,69
N-NH <sub>3</sub> (%NT)	5,29	2,89	2,71	2,73

MS - Matéria seca; MO - Matéria orgânica; MM - Matéria mineral; PB - Proteína bruta; EE - Extrato etéreo; FDN - Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido; CT - Carboidratos totais; CNF - Carboidratos não fibrosos; N-NH<sub>3</sub>(%NT) - Nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total; SI - Sem inoculante; CI - Com inoculante.

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas de madeira com área de 0,79 m<sup>2</sup> (1,31 m x 0,60 m), com piso ripado para facilitar a coleta de fezes, providas de bebedouro, comedouro e saleiro para fornecimento de água, alimento e sal mineral, respectivamente. Ao início do período experimental os animais foram pesados e divididos em dois blocos, animais com peso acima de 27 kg e animais com peso abaixo de 27 kg. Posteriormente, o sorteio foi feito para que ficassem três animais de cada bloco em cada tratamento. O período experimental teve duração de 21 dias, sendo 14 dias para adaptação ao ambiente, manejo, dieta e ajuste do consumo, e 7 dias para

coletas (LASCANO et al., 1992). Durante todo o período experimental o ambiente foi mantido com iluminação artificial no período noturno.

As silagens foram fornecidas a vontade em dois períodos (8:00h e 16:00h) e inicialmente a quantidade oferecida aos animais foi determinada com base no peso vivo de cada animal. Mas posteriormente, a quantidade oferecida foi calculada diariamente, a partir do consumo do dia anterior de cada animal, sendo ajustada para permitir sobras de aproximadamente 10%. Após o período de coleta de fornecido e sobras, foi feita determinação dos teores de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) (AOAC, 1990). Os teores de FDN foram corrigidos para cinzas e proteínas.

O comportamento ingestivo dos animais foi determinado no 20º e 21º dia do período experimental, com observação a cada 05 minutos durante 24 horas, para determinar o tempo despendido com alimentação, ruminação e ócio (FISCHER et al., 1998). Foram utilizados dez observadores com revezamento a cada 6 horas, sendo a observação durante essas 6 horas realizadas por apenas dois destes. Foram realizadas, contagens do número de mastigações merícicas e tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, com a utilização de cronômetro digital, foram feitas observações de três bolos ruminais em cada animal nos diferentes períodos, em quatro horários diferentes do dia (07:00 - 13:00 h; 13:00 - 19:00 h; 19:00 - 01:00 h e 01:00 - 07:00 h).

Foram avaliados o tempo de mastigação total (TMT) em hora/dia; o número de bolos ruminais (NBR) em número/dia, calculado pela divisão do tempo total de ruminação pelo tempo gasto para ruminar cada bolo; o tempo de ruminação por bolo (TRB) em segundos/bolo; o número de mastigação merícica (NMM) em número/dia, que representa à mastigação dos alimentos que voltam do rúmen à boca; a eficiência de alimentação da matéria seca (EALMS) em g de MS/hora; eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro (EALFDN) em g de FDN/hora (BÜRGER et al., 2000).

Também foram avaliados a eficiência de ruminação da matéria seca (ERUMS) em g de MS/hora; a eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro (ERUFDN) em g de FDN/hora; o consumo médio diário de matéria seca (CMDMS) em g/dia; o consumo médio diário de fibra em detergente neutro (CMDFDN) em g/dia. O TMT, NMM, EAL, ERU, CMDMS e o CMDFDN foram obtidos através: TMT = tempo total de alimentação + tempo total de ruminação; NMM = número de mastigações meréricas por bolo × número de bolos; EAL = consumo/tempo total em alimentação; ERU = consumo/tempo total em ruminação; CMDMS = alimento fornecido (MS) - sobras (MS); CMDFDN = alimento fornecido (FDN) - sobras (FDN) (BÜRGER et al., 2000).

Os dados foram avaliados por meio de análise de variância, utilizando-se o programa SAS (Statistical Analysis System, 2008) através do procedimento PROC GLM. As médias foram comparadas por meio do teste “t” em nível de 5% de probabilidade. O modelo usado foi:

$$Y_{pijr} = \mu + B_p + A_i + I_j + IA_{ij} + E_{pijr}$$

onde:

$Y_{pijr}$  = observação referente ao animal r, no bloco p, alimentado com silagem proveniente da altura i e a inoculação j, com as interações altura × inoculação e ao erro aleatório associado a cada observação;

$\mu$  = constante comum entre as observações;

$B_p$  = efeito do bloco peso (1 - acima de 27 kg, 2 - abaixo de 27kg);

$A_i$  = efeito da altura i (1 - 25 cm, 2 - 40 cm);

$I_j$  = efeito da inoculação j (j = 1 - sem inoculante, 2 - com inoculante);

$IA_{ij}$  = efeito da interação da altura i e a inoculação j;

$E_{pijr}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{pijr}$ .

### 5.3 Resultados e Discussão

O tempo de alimentação, ruminação e ócio não foram afetados ( $p>0,05$ ) pela altura de colheita e pela inoculação bacteriana nas silagens de milho (Tabela 11). Em média os ovinos passaram 4,32 horas/dia (h/d) em alimentação, 10,05 h/d em ruminação e 9,63 h/d em ócio. O fato das dietas terem sido constituída exclusivamente por silagens de milho com teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro apresentando pequenas variações pode explicar a semelhança entre os tratamentos. Resultado semelhante foi observado por Mendes et al. (2010) em cordeiros alimentados com dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro, onde as dietas eram isoproteicas e com pequenas variações nos teores de fibra em detergente neutro.

Contudo, observa-se que os animais despenderam maior tempo em ruminação e ócio, com menor tempo em alimentação, o que ocorreu em função do teor médio de fibra em detergente neutro nas silagens de milho, o qual foi de 408,5 g/kg de matéria seca. Segundo Van Soest (1994), animais confinados gastam até 6 horas em alimentação quando a dieta apresenta baixo teor de energia e alto conteúdo de fibra, sendo que o tempo gasto em ruminação é proporcional ao teor de parede celular dos alimentos, assim, quando a dieta apresenta maior nível de fibra, o tempo despendido com a ruminação também é maior. Tal resultado está de acordo com o observado por Cardoso et al. (2006), ao avaliarem o comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro (25; 31; 37 e 43%), os quais observaram maior tempo em ruminação e ócio, com menor tempo em alimentação.

Tabela 11 - Tempo de alimentação, ruminação e ócio por dia de ovinos alimentados com silagens de milho, de plantas colhidas em duas alturas de corte, sem e com inoculante bacteriano

Item	25cm de altura		40cm de altura		SE	p-valor		
	SI	CI	SI	CI		A	I	INT
TAL(h/d)	4,20	4,39	4,35	4,35	0,20	0,81	0,64	0,64
TRU(h/d)	10,19	9,64	10,14	10,22	0,47	0,57	0,61	0,50
TOC(h/d)	9,61	9,96	9,51	9,43	0,49	0,52	0,78	0,66
TAL(%/d)	17,50	18,32	18,12	18,12	0,85	0,81	0,64	0,64
TRU(%/d)	42,48	40,16	42,27	42,59	1,94	0,57	0,61	0,50
TOC(%/d)	40,02	41,52	39,61	39,29	2,05	0,52	0,77	0,66

TAL(h/d) - Tempo de alimentação em horas por dia; TRU(h/d) - Tempo de ruminação em horas por dia; TOC(h/d) - Tempo de ócio em horas por dia; TAL(%/d) - Tempo de alimentação em percentagem por dia; TRU(%/d) - Tempo de ruminação em percentagem por dia; TOC(%/d) - Tempo de ócio em percentagem por dia; SI - Sem inoculante; CI - Com inoculante; SE - Erro padrão da média; A - Altura; I - Inoculante; INT - Interação A × I.

O número de bolos ruminais (nº/dia), número de mastigações meréricas (nº/dia), tempo de ruminação por bolo (seg/bolo) e o tempo de mastigação total (horas/dia), também não foram afetados ( $p > 0,05$ ) pela altura de colheita e pela inoculação bacteriana (Tabela 12), apresentando valores médios de 792,36, 70,57, 46,20 e 14,37, respectivamente. Estes resultados foram semelhantes aos de Cardoso et al. (2006), já citados, os quais observaram que a pequena diferença apresentada nos níveis de fibra em detergente neutro das dietas experimentais, bem como à amplitude de variação destes (menor e maior nível) não afetaram o comportamento ingestivo de ovinos, e com isso concluíram que o nível de fibra em detergente neutro na dieta de cordeiros confinados não exerce influência sobre os tempos despendidos pelos animais em alimentação, ruminação e ócio, quando este é inferior a 440g/kg, valor esse, semelhante ao máximo encontrado nesse estudo (Tabela 10).

Tabela 12 - Número de bolos ruminais e mastigação merícicas por dia, tempo de ruminação por bolo (segundos) e mastigação por dia de ovinos alimentados com silagens de milho, de plantas colhidas em duas alturas de corte, sem e com inoculante bacteriano

Item	25cm de altura		40cm de altura		SE	p-valor		
	SI	CI	SI	CI		A	I	INT
NBR/d	799,68	718,29	816,79	834,69	36,97	0,08	0,39	0,19
NMM/d	69,06	72,08	70,29	70,86	3,55	0,99	0,61	0,73
TRB/seg	46,30	47,92	45,60	44,98	2,05	0,38	0,81	0,59
TMT/d	14,39	14,03	14,49	14,57	0,49	0,52	0,78	0,66

NBR/d - Número de bolos ruminais por dia; NMM/d - Número de mastigações merícicas por dia; TRB/seg - Tempo de ruminação por bolo por segundo; TMT/d - Tempo de mastigação total por dia; SI - Sem inoculante; CI - Com inoculante; SE - Erro padrão da média; A - Altura; I - Inoculante; INT - Interação A × I.

O consumo médio diário de matéria seca e o consumo médio diário de fibra em detergente neutro não tiveram efeito ( $p>0,05$ ) da altura de colheita e da inoculação bacteriana (Tabela 13), podendo ser relacionado ao fato de que a concentração de fibra em detergente neutro das silagens apresentou pouca variação, pois o teor de fibra em detergente neutro da dieta é o primeiro fator que afeta as atividades de consumo, já que esses apresentam correlação inversa, devido à relação da fibra em detergente neutro com o enchimento ruminal (MERTENS, 1982). Tal resultado foi semelhante ao encontrado por Vieira et al. (2011) ao estudarem o comportamento ingestivo de ovinos alimentados com rações com diferentes níveis de inclusão do farelo de mamona (0; 50; 75 ou 100%) em substituição ao farelo de soja, onde as dietas dos ovinos apresentaram pequena variação nos teores de fibra em detergente neutro e eram isoproteicas, desta forma não afetando o consumo médio diário de matéria seca.

A eficiência de ingestão e ruminação de matéria seca não foram afetadas ( $p>0,05$ ) pela altura de colheita e pela inoculação bacteriana (Tabela 13), assim como a eficiência de ruminação de fibra em detergente neutro. Entretanto, a eficiência de ingestão de fibra em detergente neutro apresentou efeito ( $p<0,05$ ) da inoculação, onde as silagens com

inoculante apresentaram menor ( $p < 0,05$ ) eficiência de ingestão de fibra em detergente neutro (53,11 g/d) que as sem inoculante (61,52 g/d), podendo ser relacionado ao fato de que as silagens com inoculante apresentaram menor teor de fibra em detergente neutro, e de acordo com Dulphy et al. (1980), a eficiência de ingestão e de ruminação da fibra em detergente neutro pode aumentar quando o nível de fibra da dieta é aumentado.

Tabela 13 - Consumos médio diário de matéria seca e fibra em detergente neutro (g/dia), eficiência de ingestão (g/MS e FDN/d) e ruminação (g/MS e FDN/h) de ovinos alimentados com silagens de milho, de plantas colhidas em duas alturas de corte, sem e com inoculante bacteriano

Item	Consumo (g MS e FDN/d)							
	25cm de altura		40cm de altura		SE <sup>5</sup>	p-valor		
	SI <sup>3</sup>	CI <sup>4</sup>	SI <sup>3</sup>	CI <sup>4</sup>		A <sup>6</sup>	I <sup>7</sup>	INT <sup>8</sup>
MS	662,81	656,41	683,05	680,55	43,42	0,61	0,91	0,96
FDN	255,94	225,93	256,45	222,89	17,84	0,94	0,09	0,92
Item	Eficiência de ingestão (g de MS e FDN/d)							
	25cm de altura		40cm de altura		SE <sup>5</sup>	p-valor		
	SI <sup>3</sup>	CI <sup>4</sup>	SI <sup>3</sup>	CI <sup>4</sup>		A <sup>6</sup>	I <sup>7</sup>	INT <sup>8</sup>
MS	160,39	154,38	162,72	162,52	8,78	0,55	0,72	0,74
FDN	61,81	53,05	61,23	53,18	3,43	0,95	0,02	0,92
Item	Eficiência de ruminação (g de MS e FDN/h)							
	25cm de altura		40cm de altura		SE <sup>5</sup>	p-valor		
	SI <sup>3</sup>	CI <sup>4</sup>	SI <sup>3</sup>	CI <sup>4</sup>		A <sup>6</sup>	I <sup>7</sup>	INT <sup>8</sup>
MS	65,06	74,97	68,71	67,11	5,62	0,71	0,46	0,31
FDN	25,12	25,63	25,68	21,97	1,90	0,41	0,40	0,27

MS - Matéria seca; FDN - Fibra em detergente neutro; SI - Sem inoculante; CI - Com inoculante; SE - Erro padrão da média; A - Altura; I - Inoculante; INT - Interação A × I.

Contudo, observa-se que o consumo de matéria seca dos animais foi inferior ao indicado pelo NRC (2007), para animais de 30 kg com ganho de peso de 200 g, tornando os valores dos demais parâmetros comportamentais (Tabela 13) abaixo dos valores normalmente encontrados (MOUSQUER et al., 2013; VIEIRA et al., 2011). O baixo consumo pode ser associado aos teores de proteína bruta das silagens de milho, os

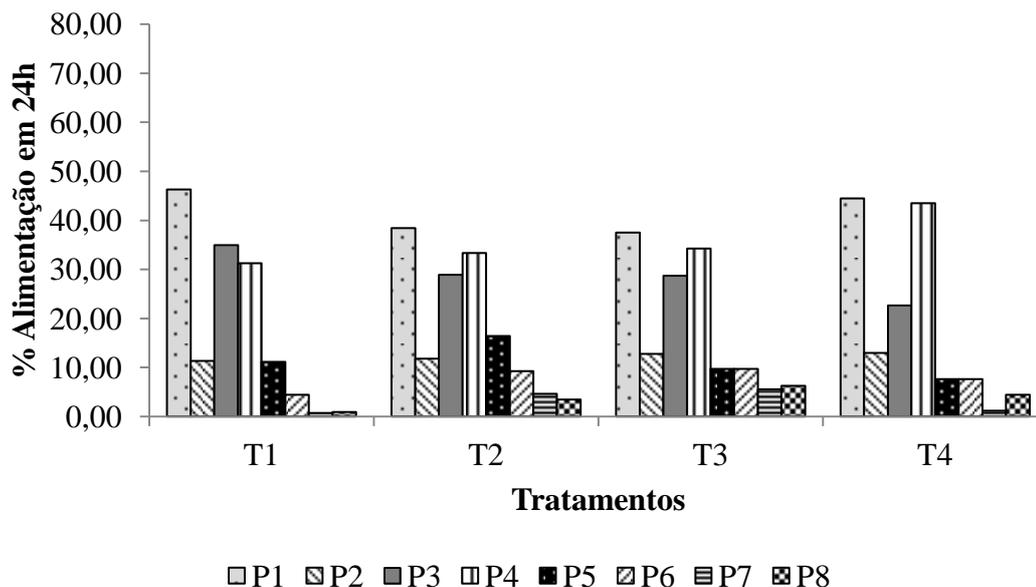
quais foram inferiores (Tabela 10) ao limite crítico de 70 g/kg recomendado para que o desenvolvimento de microrganismos no rúmen do animal não seja afetado, acarretando em redução da digestão de fibras e, conseqüentemente, redução no consumo pelo comprometimento da função ruminal (MERTENS, 1994). Tal efeito também foi observado por Moreira et al. (2001) ao fornecerem aos ovinos (peso médio ao redor de 47 kg) exclusivamente silagem de milho contendo 56,7 g/kg de PB. Entretanto, vale destacar que a ausência de suplementação proteica, adotada no presente experimento, teve como objetivo evitar a diluição das possíveis respostas obtidas com os processos de elevação da altura na colheita e inoculação bacteriana.

A partir da distribuição percentual dos tempos em alimentação, ruminação e ócio, em oito períodos, nas 24 horas do dia, em função da altura de corte e da inoculação, observou-se que em média 74% da atividade de alimentação foi realizada nos períodos 1, 3 e 4 (Figura 3). Isto pode ser explicado pelo manejo alimentar adotado, possibilitando uma concentração dessa atividade em torno dos horários de distribuição da silagem, que ocorreram às 8:00 e às 16:00 horas, corroborando com Fisher et al. (1998), o qual destaca que o estímulo da distribuição da dieta tem efeito sobre a atividade de alimentação. Além disso, essa avaliação também confirma que a concentração da atividade de alimentação ocorre durante o período diurno, como observado por Miranda et al. (1999).

Resultados semelhantes foram observados por Oliveira et al. (2015) avaliando o comportamento ingestivo de novilhas Pantaneira alimentadas com diferentes tipos de feno como fonte de volumoso, o quais observaram que os animais tiveram um maior tempo de alimentação durante o dia em virtude do fornecimento do volumoso. E de acordo Cardoso et al. (2006), os ovinos são animais que apresentam o hábito alimentar em função do período do dia e do tipo de alimento fornecido, onde os ciclos de

alimentação são interrompidos por conta da ruminação e do ócio apresentados pelo animal.

Figura 3 - Distribuição do tempo despendido em alimentação (%), em oito períodos, nas 24 horas do dia, em função dos tratamentos.

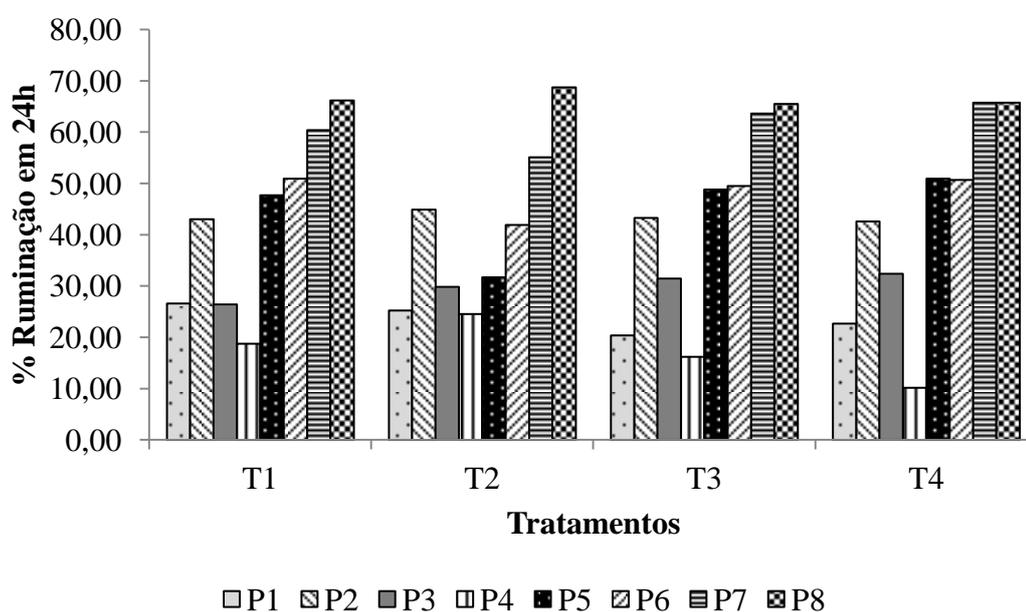


T1- Silagens de plantas de milho colhidas a 25 cm sem inoculante; T2 - Silagens de plantas de milho colhidas a 25 cm; T3 - Silagens de plantas de milho colhidas a 40 cm sem inoculante; T4 - Silagens de plantas de milho colhidas a 40 cm com inoculante; P1 - Período de 08:00 - 11:00h; P2 - Período de 11:00 - 14:00h; P3 - Período de 14:00 - 17:00h; P4 - Período de 17:00 - 20:00h; P5 - Período de 20:00 - 23:00h; P6 - Período de 23:00 - 02:00h; P7 - Período de 02:00 - 05:00h; P8 - 05:00 - 08:00h.

Observa-se que a maior concentração da atividade de ruminação ocorreu no horário noturno, sendo que os períodos 6, 7 e 8 corresponderam a 52,47% do tempo de ruminação (Figura 4). Já a atividade de ruminação diurna ocorreu principalmente nos períodos 2 e 3, ou seja, entre o primeiro e o segundo arraçoamento diário, e correspondeu a 21,90% da ruminação total. Os resultados obtidos são semelhantes aos observados por FISCHER et al. (1998), que verificaram maior atividade de ruminação

no período noturno, às primeiras horas do dia e entre 11 e 15 horas. Assim também como foi observado por Barreto et al. (2011) que, avaliando o comportamento ingestivo de caprinos em confinamento, observaram que a atividade de ruminação foi maior durante a noite.

Figura 4 - Distribuição do tempo despendido em ruminação (%), em oito períodos, nas 24 horas do dia, em função dos tratamentos.

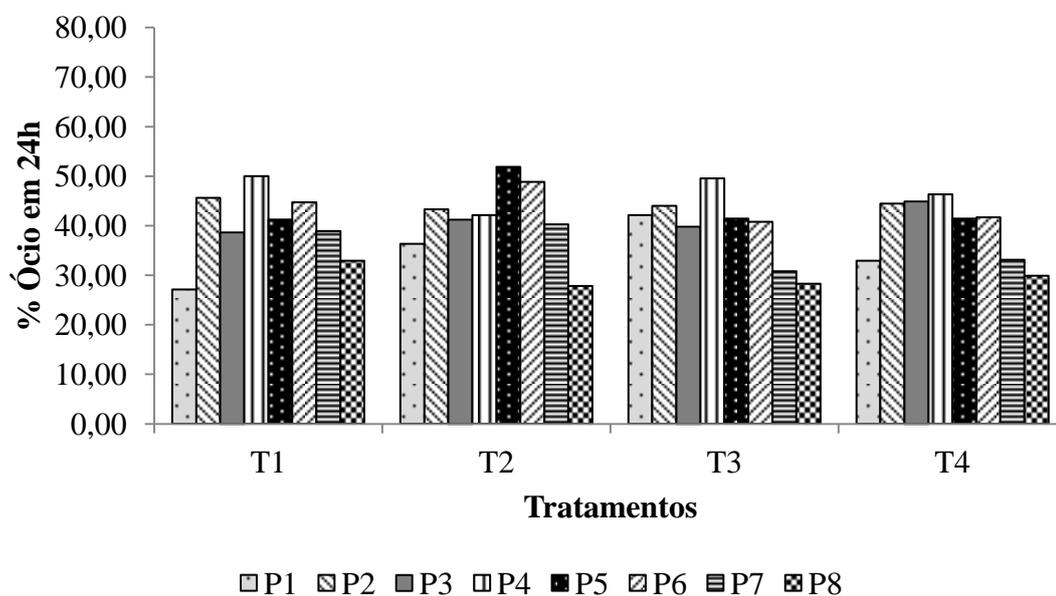


T1- Silagens de plantas de milho colhidas a 25 cm sem inoculante; T2 - Silagens de plantas de milho colhidas a 25 cm; T3 - Silagens de plantas de milho colhidas a 40 cm sem inoculante; T4 - Silagens de plantas de milho colhidas a 40 cm com inoculante; P1 - Período de 08:00 - 11:00h; P2 - Período de 11:00 - 14:00h; P3 - Período de 14:00 - 17:00h; P4 - Período de 17:00 - 20:00h; P5 - Período de 20:00 - 23:00h; P6 - Período de 23:00 - 02:00h; P7 - Período de 02:00 - 05:00h; P8 - 05:00 - 08:00h.

Além disso, Zanine et al. (2006) consideram que ovinos e caprinos apresentam seus picos de ruminação em períodos de temperaturas mais amenas, apresentando-se em ócio nas horas mais quentes dos dias como uma forma de estratégia de melhorar o aproveitamento energético do alimento fornecido. Entretanto, observa-se que a maior

concentração da atividade de ócio ocorreu no horário noturno, nos períodos 4, 5 e 6, correspondendo a 42,11% do ócio total (Figura 5). Já no horário diurno, a atividade de ócio ocorreu nos períodos 2 e 3, também usados para ruminação, e corresponderam 36,67% do ócio total. Esses resultados mostram que os animais realizaram o ócio entre as atividades de alimentação e ruminação.

Figura 5 - Distribuição do tempo despendido em ócio (%), em oito períodos, nas 24 horas do dia, em função dos tratamentos.



T1- Silagens de plantas de milho colhidas a 25 cm sem inoculante; T2 - Silagens de plantas de milho colhidas a 25 cm; T3 - Silagens de plantas de milho colhidas a 40 cm sem inoculante; T4 - Silagens de plantas de milho colhidas a 40 cm com inoculante; P1 - Período de 08:00 - 11:00h; P2 - Período de 11:00 - 14:00h; P3 - Período de 14:00 - 17:00h; P4 - Período de 17:00 - 20:00h; P5 - Período de 20:00 - 23:00h; P6 - Período de 23:00 - 02:00h; P7 - Período de 02:00 - 05:00h; P8 - 05:00 - 08:00h.

## 5.4 Conclusão

A altura de colheita, de 25 e 40 cm, e a inoculação bacteriana, com a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, não afetam o comportamento ingestivo de ovinos alimentados exclusivamente com silagens de milho. Contudo, a inoculação pode acarretar em diminuição da eficiência de ingestão de fibra em detergente neutro.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**, 15.ed. Arlington: AOAC International, 1990. 770p.
- BARRETO, L.G.M.; MEDEIROS, A.N.; BATISTA, A.M.V. et al. Comportamento ingestivo de caprinos das raças Moxotó e Canindé em confinamento recebendo dois níveis de energia na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.834-842, 2011.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C. BRENT, B.E. et al. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.3066-3083, 1992.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.
- CAETANO, H.; OLIVEIRA, M.D.S.; FREITAS JÚNIOR, J.E. et al. Bromatological evaluation of eleven corn cultivars harvested at two cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.11-17, 2012.
- CARDOSO, A.R.C.; CARVALHO, S.; GALVIN, D.B. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, p.604-609, 2006.
- DULPHY, J.P.; REMOND, B.; THERIEZ, M. et al. Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y.; THIVEND, P. (Eds.). **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Lancaster: MTP, 1980. p.103-122.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Boletim Agrometeorológico de 2009 para Belém, PA**. 1 ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011. 39p.
- FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science**, v.48, p.249-251, 1965.

- FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G. AMOUCH, E.H. et al. Efeitos da pressão de pastejo sobre o padrão neotemeral do comportamento ingestivo de ovinos em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**; v. 27, p. 164-170, 1998.
- LACERDA, M.J.R.; FREITAS, K.R.; SILVA, J.W. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de micro-ondas e convencional. **Bioscience Journal**, v.25, p.185-190, 2009.
- LASCANO, C.E.; BOREL, R.; QUIROZ, R. et al. Recommendations on the methodology for measuring consumption and in vivo digestibility. p. 173-182. In: RUIZ, M. E.; RUIZ, S. E. (Eds.). **Ruminant Nutrition Research: methodological guidelines**. San Jose, C. R.: Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture. Latin American Network for Animal Production Systems Research, 1992.
- MENDES, C.Q.; TURINO, V.F.; SUSIN, I. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros e digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.594-600, 2010.
- MERTENS, D. R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations. In: GEORGIA NUTRITION CONFERENCE FOR THE FEED INDUSTRY, 1982, Athens. **Proceedings...** Athens: University Georgia, 1982. p.116-126.
- MERTENS, D.R. 1994. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison, WI: ASA. p.450-493.
- MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.614-620, 1999.
- MOREIRA, A.L.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. et al. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes da silagem de milho e dos fenos de alfafa e de capim-coastcross, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1099-1105, 2001.
- MOUSQUER, C.J.; FERNANDES, G.A.; CASTRO, W.J.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos confinados com silagens. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.7, p.301-322, 2013.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. 2007, 362p.
- OLIVEIRA, M.V.M.; RUFINO JUNIOR, J.; ROMERO, J.V. et al. 2015. Comportamento ingestivo de novilhas Pantaneiras mantidas em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, p.688-698, 2015.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. 2008. SAS/STAT 9.2 User's Guide. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- VAKILY, H.; KHADEM, A.A.; REZAEIAN, M. et al. The impact of a bacterial inoculant on chemical composition, aerobic stability and degradability of corn silage and the subsequent performance of dairy cows. **International Journal of Veterinary Research**, v.5, p.21-29, 2011.

- VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ed. 2, Ithaca: Cornell. 476p.
- VIEIRA, M.M.M.; CÂNDIDO, M.J.D.; BOMFIM, M.A.D. et al. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com ração contendo quatro níveis de inclusão de farelo de mamona. **Revista Ceres**, v.58, p.444-451, 2011.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J. et al. Comportamento ingestivo de ovinos e caprinos em pastagens de diferentes estruturas morfológicas. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®**, v.7, nº03, 2006. Available at: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>>. Accessed on: Nov.28, 2015.

## 6. CONCLUSÕES GERAIS

A altura de colheita de plantas de milho, de 25 ou 40 cm, e a inoculação bacteriana, com a combinação das bactérias *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici*, afetam a composição química e as características fermentativas das silagens. A altura de colheita de 40 cm, em relação a altura de colheita de 25 cm, melhora a composição química e as características fermentativas de silagens de milho, proporcionando maior consumo de nutrientes e melhor balanço de nitrogênio aos ovinos alimentados exclusivamente com silagens de milho. A inoculação bacteriana, apesar de ter melhorar as características fermentativas das silagens de milho de plantas colhidas na altura de 25 cm, não apresentou informação clara sobre a estabilidade aeróbia. A combinação dessas práticas de manejo afetam pouco o valor nutritivo de silagens de milho, e não afetam o comportamento ingestivo de ovinos alimentados exclusivamente com silagens de milho.