

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

QUALIDADE DE SILAGENS DE TRIGO E MILHO E
DESEMPENHO DE NOVILHOS CONFINADOS

Autor: Marcos Rogério Oliveira
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim
Coorientador: Prof. Dr. Mikael Neumann

MARINGÁ
Estado do Paraná
2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

QUALIDADE DE SILAGENS DE TRIGO E MILHO E
DESEMPENHO DE NOVILHOS CONFINADOS

Autor: Marcos Rogério Oliveira
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim
Coorientador: Prof. Dr. Mikael Neumann

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração: Forragicultura e Pastagens.

MARINGÁ
Estado do Paraná
2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

Oliveira, Marcos Rogério
0482q Qualidade de silagens de trigo e milho e desempenho
de novilhos confinados / Marcos Rogério Oliveira. --
Maringá, 2014.
75 f. : il., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim.
Coorientador: Prof. Dr. Mikael Neumann.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá,
Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia, 2014.

1. Características de carcaça. 2. Consumo. 3.
Degradabilidade. 4. Digestibilidade. I. Jobim, Clóves
Cabreira, orient. II. Neumann, Mikael, coorient. III.
Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências
Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV.
Título.

CDD 21.ed. 636.2085



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**QUALIDADE DE SILAGENS DE TRIGO E DE MILHO E
DESEMPENHO DE NOVILHOS CONFINADOS**

Autor: Marcos Rogério Oliveira
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim

TITULAÇÃO: Doutor em Zootecnia - Área de Concentração Pastagem e
Forragicultura

APROVADA em 24 de fevereiro de 2014.

Prof. Dr. Ulysses Cecato

Prof. Dr. Marcos Weber do Canto

Prof. Dr. Patrick Schmidt

Prof. Dr. Valter Harry
Bumbieris Junior

Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim
(Orientador)

“Semeie a retidão para si,
colham do fruto da lealdade,
e façam sulcos no seu solo não arado;
pois é hora de buscar o Senhor,
até que ele venha e
faça chover justiça sobre você.”

Oseias 10:12

A Jesus Cristo, toda honra e toda a glória.

OFEREÇO

À minha esposa Lázara Cristina Gois Oliveira e filha Maria Eduarda Gois Oliveira;
Aos meus pais, Joaquim da Silva Oliveira e Therezinha de Lima Oliveira;
Às minhas irmãs, Eliane e Lana,
pelo amor, ajuda, compreensão, carinho, dedicação, apoio e incentivo na realização do
doutorado.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, Senhor, por ter me proporcionado realizar o doutorado.

À Universidade Estadual de Maringá.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Clóves Cabreira Jobim, pelos ensinamentos, atenção e confiança para a realização desta etapa da minha vida.

Ao professor Mikael Neumann, pelo auxílio e orientação durante a minha formação.

Aos professores do departamento de Pós Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos.

Aos amigos e colegas do doutorado, pela amizade.

A toda a equipe de Grupo de Estudos em Silagem e Feno (GESF), principalmente aos amigos Mábio, Antônio, Tamara, Tatiane, Arthur, Janaína, Viviane e Eduardo, cuja ajuda e amizade foram fundamental para a conclusão deste trabalho.

A toda a equipe do Núcleo de Produção Animal (NUPRAN), principalmente aos amigos Fabiano, Robson, Guilherme, Luan, Danúbia, Cecília, Rodolfo, Mailson, Tânia e Kadigia, pela amizade e auxílio na execução dos trabalhos.

Aos funcionários do Campus - CEDETEG e da Fazenda Experimental Iguatemi - FEI, pela amizade e ajuda.

Ao Pr. Manoel Messias Lula e Leonice Puerta Lula, pela ajuda à minha família.

Aos meus pais, Joaquim e Therezinha, pela confiança e grande incentivo.

À minha esposa Lázara Cristina Gois Oliveira e filha Maria Eduarda Gois Oliveira, pelo amor, confiança, incentivo e paciência.

BIOGRAFIA

Marcos Rogério Oliveira, filho de Joaquim da Silva Oliveira e Therezinha de Lima Oliveira, nasceu em Assis Chateaubriand, Paraná, em 06/10/1981.

Em março de 2003, iniciou o curso de Medicina Veterinária pela Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO-PR), concluindo-o em dezembro de 2007.

Em março de 2008, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Estadual do Centro Oeste, em nível de Mestrado, na área de concentração de Nutrição de Ruminantes e Forragicultura.

Em fevereiro de 2010, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação, obtendo o título de Mestre pela UNICENTRO.

Em março de 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual de Maringá (UEM - PR).

Em fevereiro de 2013, ingressou no corpo docente dos cursos de Medicina Veterinária e Agronomia da Unidade de Ensino Superior Ingá LTDA – UNINGÁ - PR.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	Xi
LISTA DE FIGURAS	Xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	Xiv
I – Introdução geral	13
1. Revisão de literatura	13
1.1. Características produtivas e qualitativas de silagens de cereais de inverno.....	13
1.1.1 Fatores que afetam a qualidade fermentativa da silagem dos cereais de inverno	18
1.1.2 Parâmetros classificadores da qualidade fermentativa de silagens	19
1.1.3 Características nutricionais dos cereais de inverno	21
1.2. Efeitos de aditivos biológicos sobre parâmetros fermentativos	23
1.2.1. Desempenho animal com o uso de inoculantes biológicos	24
Referências	25
II – Objetivos gerais	30
III - Perdas de matéria seca e estabilidade aeróbia em silagens de trigo avaliadas em estratos de silos de grande escala	31
Resumo	31
Abstract	32
Introdução	33
Material e Métodos	34
Resultados e Discussão	36
Conclusões	42
Referências	42
IV - Degradabilidade de silagens de trigo e de silagens de milho com ou sem o gene <i>bt</i> (<i>Bacillus thuringiensis</i>)	45
Resumo	45
Abstract	46

	x
Introdução	47
Material e Métodos	48
Resultados e Discussão	52
Conclusões	57
Referências	57
V - Desempenho e características de carcaças de novilhos confinados recebendo silagem de milho e silagens de trigo com ou sem inoculante bacteriano	61
Resumo	61
Abstract	62
Introdução	63
Material e Métodos	63
Resultados e Discussão	67
Conclusões	71
Referências	71
VI - Considerações finais	75

LISTA DE TABELAS

Página

I - Introdução geral

Tabela 1	Concentração e rendimento de matéria seca de cereais de inverno	17
Tabela 2	Parâmetros de matéria seca (MS), pH, nitrogênio amoniacal (NH ₃ /NT) e ácidos orgânicos totais de silagens de cereais de inverno, em função do estágio de maturação	19
Tabela 3	Características nutricionais dos cereais de inverno	21

III - Perdas de matéria seca e estabilidade aeróbia em silagens de trigo avaliadas em estratos de silos de grande escala

Tabela 1	Composição química, perdas de matéria seca (PMS) e densidade (DE) nas silagens (kg de MS/m ³) de trigo com e sem inoculante bacteriano, em função dos estratos nos silos	37
Tabela 2	Desdobramento da interação silagem x estrato para a variável matéria mineral	37
Tabela 3	Produtos da fermentação e população microbológica de silagens de trigo com ou sem o uso de inoculante bacteriano	38
Tabela 4	Desdobramento da interação silagem x estrato para as variáveis ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico	39
Tabela 5	Estabilidade aeróbia de silagens de trigo com sem inoculante bacteriano.	40
Tabela 6	Desdobramento da interação silagem x estrato para as variáveis soma de temperatura, diferença média, média de pH e pH máximo	41

IV - Degradabilidade de silagens de trigo e de silagens de milho com ou sem o gene *bt* (*Bacillus thuringiensis*)

Tabela 1	Composição química das silagens	50
Tabela 2	Valores da fração solúvel (<i>a</i>), fração potencialmente degradável (<i>b</i>), taxa de degradação da fração <i>b</i> (<i>c</i>), da matéria seca (MS) das silagens com taxas de passagem de 2, 5 e 8%	53
Tabela 3	Valores da fração solúvel (<i>a</i>), fração potencialmente degradável (<i>b</i>), taxa de degradação da fração <i>b</i> (<i>c</i>), da proteína bruta (MS) das silagens com taxas de passagem de 2, 5 e 8%	56

Tabela 4	Valores da fração potencialmente degradável (<i>b</i>), taxa de degradação da fração <i>b</i> (<i>c</i>), fração indegradável (<i>I</i>) da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens com taxas de passagem de 2, 5 e 8%	57
V - Desempenho e características de carcaças de novilhos confinados recebendo silagem de milho e silagens de trigo com ou sem inoculante bacteriano		
Tabela 1	Composição da dieta de novilhos confinados recebendo como volumoso, silagem de milho e silagens de trigo com ou sem inoculante ..	65
Tabela 2	Composição química, produtos da fermentação de silagem de milho e silagens de trigo com sem inoculante	67
Tabela 3	Digestibilidade aparente, consumo de nutrientes e desempenho de novilhos confinados, tendo como volumoso na dieta, silagem de milho ou silagens de trigo com ou sem inoculante	69
Tabela 4	Características das carcaças e de partes não integrantes da carcaça de novilhos alimentados com silagem de milho e silagens de trigo sem ou com inoculante microbiano	71

LISTA DE FIGURAS

	Página
I - Introdução geral	
Figura 1 Declínio do pH das silagens de cevada e milho ensilado com ou sem inoculante em silos experimentais	24
IV - Degradabilidade de silagens de trigo e de silagens de milho com ou sem o gene Bt (<i>Bacillus thuringiensis</i>)	
Figura 1 Curvas de degradabilidade da matéria seca das silagens de trigo e milho (ST = Silagem de trigo; STI= Silagem de trigo com inoculante; SMC= Silagem de milho convencional; SMT= Silagem de milho transgênico) .	54
Figura 2 Comparação entre as curvas de degradabilidade da matéria seca das silagens de trigo e milho (ST = Silagem de trigo; STI= Silagem de trigo com inoculante; SMC= Silagem de milho convencional; SMT= Silagem de milho transgênico)	55

RESUMO

Os efeitos da inoculação sobre o valor nutricional, padrão de fermentação, estabilidade aeróbia e perdas de matéria seca (MS) em silagens de trigo, avaliados em três estratos em silos de grande escala. A inoculação com bactérias homoláticas na ensilagem de trigo reduz as perdas totais de MS durante a armazenagem e modifica o padrão fermentativo, com redução da estabilidade aeróbia da silagem. O uso de inoculante á base de bactérias homoláticas altera o perfil fermentativo e estabilidade aeróbia nos estratos da silagem de trigo. Isto acontece na degradabilidade de silagens de trigo com ou sem o uso de inoculante bacteriano (*Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus acidilactici*), e de silagens de milho convencional ou transgênico (*Bacillus thuringiensis*). As silagens de milho apresentaram menor fração (I) e maiores degradabilidade da FDN, comparativamente às silagens de trigo. A inoculação reduz a degradabilidade da MS e da fibra. A adição do gene modificado resulta numa maior degradabilidade da MS. O desempenho de 24 novilhos confinados cruza charolês x nelore, alimentados com dietas que incluíram silagem de trigo (ST), silagem de trigo com inoculante homolático (STI) e silagem de milho (SM). A silagem de milho proporciona maior consumo, digestibilidade e resposta animal, em relação à silagem de trigo. O uso de inoculante microbiano na ensilagem de trigo, não apresenta efeito sobre o desempenho de novilhos confinados.

Palavras-chave: características da carcaça, consumo, degradabilidade, digestibilidade

ABSTRACT

The effects of inoculation on the nutritional value, standard fermentation, aerobic stability and dry matter losses (DM) in wheat silages evaluated in three stratum in large-scale silos. The homolactic inoculated silage wheat reduces the total DM losses during storage and modifies the fermentation pattern, with reduced aerobic stability of silage. The use of the base homolactis inoculant alters the fermentation characteristics and aerobic stability of silage in the stratum of wheat. The degradability of wheat silages with or without the use of inoculant (*Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici*), and conventional or transgenic silage corn (*Bacillus thuringiensis*). The treatments consisted of wheat silage (SW), wheat silage inoculant (WSI), conventional corn silage (CCS) and transgenic maize silage (GMCS). The corn silage had lower fraction (*I*) and higher NDF degradability compared to silages wheat. The inoculation reduces the degradability of DM and fiber. The addition of the modified gene results in greater degradation of DM. The performance of feedlot steers 24 Charolais x Nellore crosses fed with diets that included wheat silage (WS), wheat silage with homolactic inoculant (WSI) and corn silage (CS). This provides better corn silage intake, digestibility and animal response, relative to wheat silage. The use of bacterial inoculants on silage, wheat has no effect on the performance of feedlot steers.

Key Words: degradability, digestibility, intake, traits carcass

1. INTRODUÇÃO GERAL

É fato reconhecido e amplamente difundido a importância dos cereais de inverno, promovendo pastagens para a alimentação de bovinos.

O Paraná é o maior produtor de trigo do Brasil, com mais da metade de produção nacional (2,8 milhões de toneladas) e detém 72 moinhos em operação. No entanto, a demanda anual brasileira é acima de 10 milhões de toneladas e os triticultores paranaenses reduziram a área plantada em 33% (1,31 milhões de hectares em 2009 para 870 mil hectares em 2012) (CONAB, 2012).

Dentro deste contexto, há extensas áreas no Paraná, que ficam ociosas durante o inverno. Assim, a produção de silagem de trigo pode cumprir um papel importante, uma vez que, além de possibilitar a utilização mais racional dos solos, pode garantir a produção de um volumoso de alta qualidade. Além disso, a produção de silagem de trigo pode reduzir a competição das áreas de verão para produção de silagem (FONTANELI; FONTANELI, 2009; BUMBIERIS Jr et al., 2011). Dessa forma, a silagem do trigo é uma alternativa para proporcionar maior flexibilidade na produção de volumoso aos sistemas agropecuários.

Tem-se observado, com frequência, uma série de frustrações de safra de culturas de inverno para produção de grãos com alto risco econômico, como as culturas de trigo (*Triticum aestivum*), cevada (*Hordeum vulgare*), centeio (*Secale cereale*) e triticales (*X Triticosecale*), em consequência das grandes variações climáticas ocorridas no Paraná. Fatos como esse têm levado os agricultores a buscar alternativas econômicas para aumentar a rentabilidade e intensificar o sistema de produção (BORTOLINI et al., 2004).

Em muitos casos, a silagem de trigo pode ser uma alternativa para a produção de volumosos, em regiões onde não há produção de silagem do milho safrinha, ou haja oscilações climáticas e de mercado na cultura do milho, sendo que, a época de colheita do trigo para ensilagem coincide com a semeadura da cultura do milho. A silagem de trigo pode constituir-se numa alternativa de produção de volumoso intercalar-se à silagem de milho, permitindo maximizar a utilização dos silos, segurança no planejamento forrageiro e maior taxa de abate de animais na propriedade.

A ensilagem é um método de preservação de forragens baseado em acidificação resultante de processo fermentativo, cujo objetivo principal é maximizar a preservação de nutrientes (KUNG Jr., 2009). Desse modo, ZOPOLLATTO et al. (2009) destacaram

que os inoculantes microbianos usados como aditivos incluem bactérias homofermentativas, heterofermentativas, ou a combinação destas. Todavia, resultados positivos nos parâmetros fermentativos nem sempre ficaram evidentes e há na literatura controvérsias históricas sobre o uso desses aditivos, em função de resultados inconsistentes obtidos na sua utilização (KUNG Jr.; STROKES; LIN, 2003; MUCK, 2010).

A principal razão da conservação de forragens é tornar independente a produção da utilização dos volumosos. Nesse sentido, a ensilagem do trigo é uma estratégia, que permite maior flexibilidade na produção de volumosos, pois, tal prática não é concorrente da silagem de milho. Portanto, a silagem de trigo pode constituir-se em opção atraente para os produtores, na readequação do planejamento forrageiro.

1. Revisão de literatura

1.1. Características produtivas e qualitativas de silagens de cereais de inverno

No sul do Brasil, o período de outono e inverno constitui-se um ciclo de baixa disponibilidade de forragens. Desse modo, os cereais de inverno têm a sua importância aumentada ao longo dos anos, devido à sua comprovada versatilidade, que contribuem para minimizar a sazonalidade na produção de forragem e intensificação dos sistemas de produção.

Fontaneli et al. (2009), ao avaliarem o rendimento de 14 genótipos de seis espécies de cereais de inverno, observaram que o centeio apresentou o maior rendimento no corte para silagem, sendo que, para os demais cereais de inverno, a produtividade variou de 4.099 kg de MS/ha na cevada a 6.011 kg de MS/ha na aveia (Tabela 1).

Tabela 1. Concentração e rendimento de matéria seca de cereais de inverno

Cereais de inverno	Matéria seca (%)	MS (kg/ha)
Aveia	27,9	6.011
Centeio	38,4	8.374
Cevada	31,4	4.099
Triticale	33,6	5.234
Trigo	37,8	5.096

Fonte: Adaptado de Fontaneli et al. (2009).

Floss et al. (2003) observaram para a cultura da aveia (*Avena spp.*), que a produção variou de 6,90 a 11,40 t de MS/ha. De maneira semelhante, Floss et al. (2007) ao avaliar a produção da aveia aos 70, 84, 98 e 112 dias após emergência (DAE), observaram produções de 3,69; 5,78; 9,15 e 10,08 t MS/ha.

David et al. (2010), obtiveram produtividade de silagem de aveia que variaram de 3547 kg de MS/ha na floração a 9170 kg de MS/ha em grão pastoso, proporcionou um incremento de 33,12% na produção de MS em comparação ao estágio de floração.

Beck et al. (2009) relataram que a produção de MS aumentou em função do avanço no estágio de maturação do trigo, com produções de 2781 kg/ha de MS (21,5% de MS) a 6261 kg/ha de MS (46,7% de MS), nos estádios de florescimento e grão farináceo, respectivamente.

Nesse contexto, para o aumento potencial produtivo e intensificação deve-se objetivar altas produtividades de matéria seca da cultura, com a adoção de tecnologias como a escolha da cultivar mais adequada em cada região, correta implantação da cultura (época, profundidade e densidade de semeadura), adubação e correção dos solos e estágio na ensilagem.

Existe um grande potencial na produção de cereais de inverno, entretanto, um fator importante é o custo em relação a outras fontes volumosas. O custo de implantação e colheita da silagem emurcheda de aveia com produtividade média de 4000 kg MS/ha, custa R\$ 380,00/t de MS, enquanto a silagem de milho com média de 17400 kg MS/ha, custam R\$ 230,00/t de MS, respectivamente (FUNDAÇÃO ABC, 2013). Dessa maneira, devido às características intrínsecas dessas forrageiras, manejo cultural adequado e equipamentos para colher e picar a forragem, têm havido questionamentos sobre a viabilidade econômica de ensilar cereais de inverno.

As variações nos rendimentos das culturas de inverno, destinadas à produção de silagem é o resultado da interação do potencial genético das cultivares, das práticas de manejo, condições climáticas e estágio de maturação no momento do corte.

1.1.1. Fatores que afetam a qualidade fermentativa da silagem dos cereais de inverno

Os cereais de inverno apresentam rendimentos variáveis de MS, quando são colhidos em diferentes estádios de maturação. Pereira e Reis (2001) consideram que o ideal para ensilagem de cereais de inverno é que a forragem apresente valores entre 35 e

45% de MS. No entanto, McCullough (1977) determinou que entre 28 a 34% de MS deveria ser o momento adequado para o corte, enquanto Mühlbach (1999), afirmou que o teor ideal de MS seria entre 30 a 35%.

As recomendações do estágio vegetativo dos cereais de inverno para ensilagem são controversas, mas sabe-se que a maturidade afeta a produção de MS e a participação dos constituintes e, conseqüentemente, alteram o valor nutritivo da silagem. Porém, tal fato determina a obtenção de dados científicos com conclusões variadas, em razão de problemas operacionais na ensilagem, escolha de cultivares e negligências nas práticas agronômicas.

McDonald, Henderson e Heron (1991) relataram para a cultura do milho, planta com baixa capacidade tamponante (CT), a variação de 15 a 25 eq. mg de HCL/100g de MS. Segundo Berto e Mühlbach (1997), o elevado teor de umidade (15,3% de MS) e elevada capacidade tampão (51,9 meq NAOH/100g MS) na forragem fresca, constituem os principais obstáculos na produção de silagem de aveia. No entanto, Jobim et al. (1996), observaram valores baixos de CT de 21,9; 15,2 e 13,1 eq. mg de HCL/100g de MS, para o triticale colhido nos estádios de florescimento, grão leitoso e grão farináceo, respectivamente. Os mesmos autores, concluíram que a resistência à alteração do pH durante o processo de fermentação foi devido às características intrínsecas da planta forrageira.

1.1.2. Parâmetros classificadores do padrão fermentativo de silagens

Os parâmetros empregados como critério de classificação do padrão fermentativo, são importantes na conservação da forragem. Contudo, os níveis destes em silagens de cereais de inverno são dependentes de fatores tais como: espécie, variedade, estágio de maturação e teor de MS da forragem.

Quanto aos valores de pH, os dados da Tabela 2 apresentam valores médios de 4,1, os quais estão dentro da faixa ideal, que conforme, McDonald, Henderson e Heron (1991) situam-se entre 3,6 e 4,2. No entanto, não são válidas as generalizações quanto aos valores de eficiência na conservação da massa ensilada, pois, silagens com baixo teor de MS o indicador de pH mostram-se mais eficientes na conservação da massa ensilada do que silagens com alto teor de MS (JOBIM et al., 2007).

Tabela 2. Teor de matéria seca (MS), pH, nitrogênio amoniacal (NH₃/NT) e ácidos orgânicos totais de silagens de cereais de inverno, em função do estágio de maturação

Espécie/Estádio de maturação	MS (%)	pH	NH ₃ /NT	Ácidos orgânicos (%) MS			Autor
				Lático	Acético	Butírico	
Aveia							López e Mühlbach (1991)
Vegetativo	18,8	4,4	12,2	6,67	2,79	0,26	
Triticale							Jobim et al. (1996)
Florescimento	28,8	4,0	15,6	--	--	--	
Grão pastoso	30,1	3,8	10,5	--	--	--	
Grão farináceo	45,8	4,5	22,9	--	--	--	
Aveia							Berto e Mühlbach (1997)
Vegetativo	15,3	4,6	11,8	8,40	3,60	0,18	
Triticale (DAE)*							Lópes et al. (2008)
83	18,9	4,4	19,9	8,63	6,10	0,15	
90	18,8	4,8	27,0	4,20	7,60	0,88	
97	21,0	3,8	11,2	8,83	3,30	0,15	
104	27,7	3,6	5,9	8,13	1,80	0,10	
111	23,9	3,6	9,9	8,30	2,15	0,03	
118	27,3	3,7	13,2	7,76	1,90	--	
Aveia							David et al. (2010)
Florescimento	26,6	4,4	4,6	--	--	--	
Grão pastoso	31,9	3,8	2,4	--	--	--	
Média	25,4	4,1	12,1	7,61	3,65	0,25	

*DAE: dias após a emergência.

Conforme Van Soest (1994), silagens que apresentam valores de NH₃/NT até 10% são consideradas de ótima qualidade de conservação. Dessa forma, a média para o NH₃ de 12,1% do N total, indica que o processo de fermentação médio resultou em desdobramento de proteína em amônia e fermentação butírica (Tabela 2). Segundo Evangelista et al. (2004), a extensão da proteólise tende a decrescer com o aumento do teor de MS do material ensilado, embora alguns resultados na literatura não indiquem esse fato, havendo necessidade de serem verificados outros aspectos, como a taxa de queda do pH, o teor de proteína bruta (PB) da planta e a temperatura no interior do silo.

De acordo com McDonald, Henderson e Heron (1991), para avaliar a qualidade fermentativa, os ácidos orgânicos mais comumente utilizados são ácidos lático, acético e butírico, que apresentaram valores médios de 7,61; 3,65 e 0,25% da MS, respectivamente (Tabela 2).

Por fim, apesar do conteúdo de ácido láctico ser frequentemente utilizado para avaliar a qualidade fermentativa, entretanto, a produção do ácido varia com a espécie forrageira, variedade, estágio de maturação e teor de MS da forragem.

1.1.3. Características nutricionais dos cereais de inverno

As principais mudanças na composição química das plantas são as decorrentes do estágio de desenvolvimento da cultura apresentando rendimentos crescentes de MS com o avanço da maturação (WEINBERG et al., 2010).

Fontaneli e Fontaneli (2009), ao observarem a composição nutricional de silagens de cereais de inverno (Tabela 3), relataram que há variações devido a diferentes tipos de solos, disponibilidade hídrica, estação de crescimento, programa de fertilização e, principalmente, diferentes estádios de maturação na ensilagem.

Tabela 3. Composição química de silagens de cereais de inverno

Forragem	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	NDT (%)
Silagem de cevada	11,7b	56,0b	35,5c	63,3 ^a
Silagem de aveia	13,7a	58,7ab	39,1a	60,8c
Silagem de centeio	8,3c	59,8a	36,9bc	63,0b
Silagem de triticales	9,4c	59,0a	37,9b	61,6bc
Silagem de trigo	14,4a	56,7b	38,2b	61,2bc

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente (P>0,05).

Fonte: Adaptado de Fontaneli e Fontaneli (2009)

Ocorre redução no teor de PB à medida que avança o estágio de maturação dos cereais de inverno (COBLENTZ; WALGENBACH, 2010). Fontaneli e Fontaneli (2009), avaliando a composição nutricional, com base na PB e DIVMS de silagens de trigo, aveia e centeio em três estádios de maturação, registraram teores médios para a PB de 17,7; 13,0 e 10,2% da MS e na DIVMS de 73,3; 59,93 e 57,0% da MS, respectivamente, nos estádios de emborrachamento, grão leitoso e grão massa dura.

Coblentz e Walgenbach (2010) observaram efeito linear nas concentrações de nutrientes digestíveis totais (NDT), com o avanço no estágio de maturação do trigo. De acordo com David et al. (2010) e Jobim et al. (1996), as silagens de aveia e de triticales ensiladas com 26,6 e 31,9% de MS e 28,8 e 45,8% de MS, apresentaram acréscimos no

NDT de 53,7 para 56,3% na MS e 69,9 para 72,6% na MS, respectivamente. Dessa forma, o estágio de maturação é fator essencial na recomendação na ensilagem de cereais de inverno com impacto na disponibilidade de nutrientes e densidade energética de silagens.

O avanço do estágio de maturação da cevada proporciona redução na FDN e digestibilidade, enquanto ocorre acúmulo de amido (WALLSTEN e MARTINSSON, 2009). Segundo Boin et al. (2005), com o avanço da maturidade fisiológica da aveia, há decréscimo linear na digestibilidade da MS de 61,8; 56,5; 55,8 e 51,2% da MS e na digestibilidade da FDN (DFDN) de 67,4; 59,5; 51,3 e 46,4% da MS, respectivamente, para os conteúdos de MS de 19,6; 22,6; 27,5 e 28,9% da MS.

Segundo Jobim et al. (1996), Boin et al. (2005) e Lopes et al. (2008), observa-se que no florescimento dos cereais de inverno, há incremento nas concentrações de FDN, enquanto, após este estágio de maturação, constata-se decréscimo nos teores dessas frações fibrosas. Coblenz e Walgenbach (2010) observaram que as concentrações da FDN apresentaram resposta quadrática para as cultivares de trigo, triticale e aveia em diferentes estádios de maturação. Beck et al. (2009) e David et al. (2010) não observaram redução da FDN com o avanço do estágio de maturação. Tais respostas podem ser justificadas devido a diferenças nas participações dos constituintes da planta, especialmente pela presença dos grãos, disponibilidade hídrica, estação de crescimento e taxas de secagens distintas entre regiões de clima quente e temperado (BUMBIERIS Jr. et al., 2011).

Segundo Van Soest (1994), os teores elevados de FDN são negativamente correlacionados com o potencial de ingestão e eficiência de utilização dos nutrientes para a produção animal. Dessa forma, Boin et al. (2005), avaliando silagens de aveia, colhida em quatro estádios de maturação, observaram elevação no CMS das silagens de 36,7; 42,2; 44,3 e 52,7g/kg de peso metabólico, respectivamente, para os estádios de florescimento, florescimento pleno, grão pastoso e grão farináceo. Diferenças na proporção de grãos e redução da fração fibrosa, aliado a um teor de MS mais adequado na conservação da forragem, podem se traduzir em grandes diferenças no desempenho animal, sendo que, as escalas entre CMS e digestibilidade são relativamente estreitas, com impacto no valor energético, assim, como no potencial de ingestão das silagens.

Em suma, o estágio de maturação é o fator que exerce maior influência na ensilagem dos cereais de inverno. Dessa maneira, estádios de grão pastoso e grão

farináceo, permitem maximizar a eficiência na ensilagem, em termos quantitativos e qualitativos, assim, favorecendo o processo fermentativo e maior consumo potencial pelos animais.

1.2. Efeitos de aditivos biológicos na qualidade nutricional

O principal objetivo da ensilagem de forragens é conservar o máximo da quantidade de nutrientes da MS original para a utilização num momento posterior (KUNG Jr. 2013).

Na ensilagem de forrageira com alto teor de umidade, a fermentação pode ser otimizada com o uso de aditivos biológicos, absorventes e nutrientes. Desse modo, os aditivos historicamente foram utilizados para melhorar o padrão fermentativo em condições deficitárias de ensilagem. Logo, é essencial conhecer a eficácia do aditivo em melhorar o padrão fermentativo, a resposta animal, e se economicamente é viável.

Silagens de cereais de inverno, geralmente, apresentam problemas no processo fermentativo, na medida em que seus teores de MS no momento da ensilagem podem se apresentar valores abaixo do desejado, fermentações indesejáveis que deterioram a silagem, como a degradação da proteína por *Clostridium*. Desta forma, a utilização de aditivos que elevem a quantidade de bactérias desejáveis poderia auxiliar no processo de conservação deste alimento (BUMBIERIS Jr. et al., 2011).

As bactérias lácticas podem ser classificadas como homofermentativas obrigatórias, que produzem ácido lático a partir de hexoses como a glicose; heterofermentativas facultativa, que produz tanto o ácido lático a partir de hexoses, quanto de pentoses e produz dióxido de carbono, etanol e/ou ácido acético; heterofermentativas obrigatórias que degradam hexoses e pentoses a ácido lático, acético e propiônico, entre outros (MUCK, 2010).

Ao avaliarem o efeito da inoculação em silagens de cevada e de milho, Addah et al. (2011) observaram aumento da taxa de declínio do pH e aumento na concentração de ácido lático na silagem de cevada inoculada (figura 1). Todavia, resultados positivos nos parâmetros fermentativos nem sempre ficam evidentes na resposta animal (MUCK, 2010).

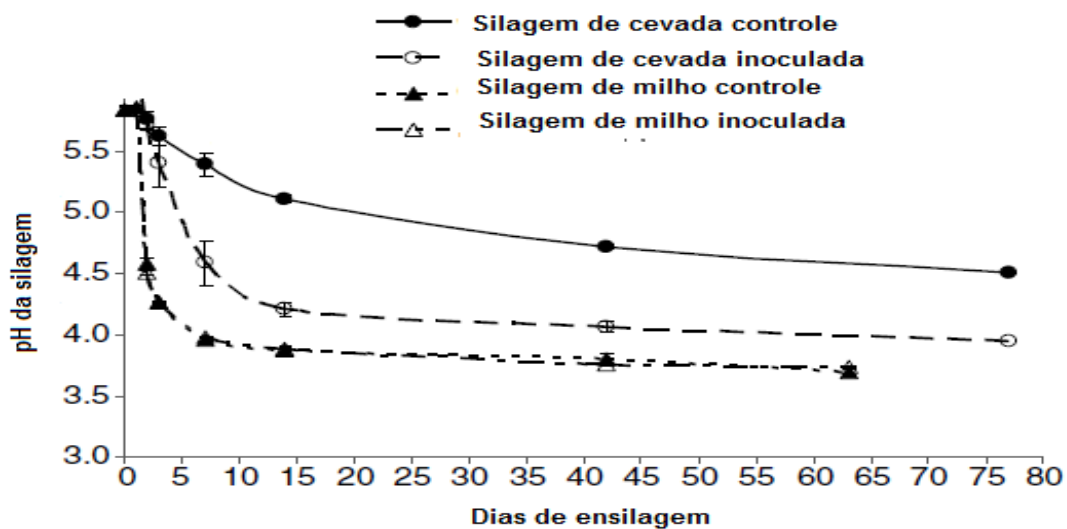


Figura 1. Declínio do pH das silagens de cevada e milho ensilado com ou sem inoculante em silos experimentais.

Fonte: Adaptado de Addah et al. (2011).

Qualidade de forragens conservadas é o potencial de expressar a maior resposta animal (JOBIM et al., 2007). Em ensaio com novilhos confinados recebendo silagens de cevada e de milho, Addah et al. (2011) observaram que inoculação não influenciou o consumo de MS, ganho médio diário e eficiência alimentar dos novilhos.

Na tomada de decisão para utilização de um aditivo, devem ser levadas em consideração a espécie forrageira, o teor de MS da forragem, a categoria animal e o potencial produtivo dos animais que serão alimentados (BUMBIERIS Jr. et al., 2011).

Nesse contexto, há questionamentos sobre o uso de inóculo microbiano, pois, as condições de estudo variam significativamente quanto à especificidade do inoculante à cultura, competição da flora epifítica, conteúdo de MS e carboidratos solúveis. Dessa forma, o efeito do uso de aditivos biológicos encontra-se condicionados tanto à viabilidade biológica do inoculante, quanto às características intrínsecas da planta a ser ensilada.

1.2.1. Desempenho animal com o uso de inoculantes biológicos

Há um grande número de comparações da utilização de inoculantes bacterianos em silos laboratoriais (MUCK, 2010). No entanto, Chen, Strokes e Wallace (1994) relataram que há divergências entre silagens produzidas em silos laboratoriais e silos de

grande escala. Assim, o produto obtido pode não refletir o processo de armazenamento em grande escala.

Huhtanen (2013) afirmou que mudanças fermentativas não têm efeito sobre a melhoria na digestibilidade e ao consumo de MS. Em trabalho de revisão sobre uso de inoculantes homofermentativos em silagem para bovinos, Adesogan et al. (2009), verificaram que para os inoculantes não houve efeito sobre o ganho médio diário em 80% dos estudos. Além disso, também observaram efeitos negativos em 10% e, em apenas 10% houve efeito positivo nos estudos examinados. Dessa forma, dietas contendo silagens tratadas com inoculantes microbianos têm promovido poucas melhorias no desempenho animal.

Muitos esforços foram feitos para elucidar o efeito das bactérias ácido lácticas no desempenho animal. Desse modo, as bactérias homofermentativas são capazes de sobreviver em líquido ruminal, reduzir a produção de metano e aumentar a produção microbiana ruminal (MUCK, 2013). Estas mudanças poderiam influenciar no padrão de fermentação ruminal, e conseqüentemente, na composição de nutrientes absorvidos.

Por outro lado, os mecanismos pelo quais os inoculantes bacterianos melhoram o desempenho dos animais são desconhecidos (KUNG Jr. 2013) e experimentos que avaliam o desempenho com animais são escassos e de alto custo.

Porém, pelo fato das dietas, contendo silagens inoculadas, apresentarem variações na eficiência de utilização da silagem e quantidade de silagem consumida, conseqüentemente, há inconstância no desempenho animal, que pode estar relacionado a variações no inóculo bacteriano e na forragem ensilada.

Referências

- ADDAH, W.; BAAH, J.; GROENEWEGEN, P. et al. Comparison of the fermentation characteristics, aerobic stability and nutritive value of barley and corn silages ensiled with or without a mixed bacterial inoculant. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 91. p. 133-146, 2011.
- ADESOGAN, A. T.; QUEIROZ, O. C. M.; QUEIROZ, M. F. S. Effects of homolactic inoculants on silage nutrient digestibility. **Proceedings...Pre-conf. Symp. Tri-state Dairy Nutr.Conf. Fort Wayne, IN, 2009.**

- BECK, P.A.; STEWART, C.B; GRAY, H.C. et al. Effect of wheat forage maturity and preservation method on forage chemical composition and performance of growing calves fed mixed diets. **Journal of Animal Science**, v. 87, p.4133-4142, 2009.
- BERTO, J.L.; MÜHLBACH, P.R.F. Silagem de aveia preta no estágio vegetativo, submetida ação de inoculantes e ao efeito do emurchecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.4. p.651-658, 1997.
- BOIN, C.; FLOSS, E.L.; CARVALHO, M.P. et al. Composição e digestibilidade de silagens de aveia branca produzidas em quatro estádios de maturação. **Boletim Indústria Animal**, v.62, n.1, p.35-43, 2005.
- BORTOLINI, P.C.; SANDINI, I.; CARVALHO, P.C.F. et al. Cereais de inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.33, p.45-50, 2004.
- BUMBIERIS JR, V.H.; OLIVEIRA, M.R.; BARBOSA, M.A.A.F. et al. Use of winter cultures for forage conservation. In: DANIEL, J.L.P.; ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L.G. (Ed.). II International symposium on forage quality and conservation, v.1., São Pedro, 2011. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2011. p.65-83.
- CHEN, J; STOKES, M.R.; WALLACE, C.R. Effects of enzyme-inoculant systems on preservation and nutritive value of hay crop and corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.2, p.501-512, 1994.
- COBLENTZ, W.K.; WALGENBACH, R.P. Fall growth, nutritive value, and estimation of total digestible nutrients for cereal-grain forages in the north-central United States. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 383-399, 2010.
- CONAB. **Companhia Nacional do Abastecimento**. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: Safra 2011/2012, 2012. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 15/05/2012.
- DAVID, D.B.; NÖRNBERG, J.L.; AZEVEDO, E.B. et al. Nutritional value of black and white oat cultivars ensiled in two phenological stages. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.39, n. 7. p.1409-1417, 2010.
- EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C. et al. Produção e silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.2, p.443-449, 2004.

- FLOSS, E. L.; BOIN, C. PALHANO, A.L. et al. Efeito do estágio de maturação sobre o rendimento e valor nutritivo da aveia branca no momento da ensilagem. **Boletim Industria Animal**, v.60, n.2, p. 117-126, 2003.
- FLOSS, E.L.; PALHANO, A.L.; SOARES FILHO, C.V. et al. Crescimento, produtividade, caracterização e composição química da aveia branca. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.1. p.1-7, 2007.
- FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S. **Silagem de cereais de inverno**. In: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira, Passo Fundo - RS: EMBRAPA TRIGO, 2009. 329 p.
- FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. et al. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.38, n. 11. p.2116-2120, 2009.
- FUNDAÇÃO ABC. **Custos de Produção de Forrageiras-Safra 2013/2014**. Disponível em:< <http://www.fundacaoabc.org.br/forragicultura/img/custos.pdf>>. Acessado em: 27 jan. 2014.
- HUHTANEN, P. An overview on manipulation of fermentation in silages effects on nutritive value. In: DANIEL, J.L.P.; SANTOS, M. C.; NUSSIO, L.G. (Ed.). III International symposium on forage quality and conservation, v.1., São Pedro, 2013. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2013. p.183-195.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: SBZ/UNESP, p.101-119, 2007.
- JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; ROSA, B. et al. Avaliação do triticale (X Triticosecale Wittmacck) para silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.25, p.405-413, 1996.
- KUNG Jr., L. Effects of microbial additives in silages: facts and perspectives. In: ZOPOLLATTO, M.; MURARO, G.B.; NUSSIO, L.G. (Ed.). International symposium on forage quality and conservation, v.1., São Pedro, 2009. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2009. p.7-22.
- KUNG, J.R. The effects of length of storage on the nutritive value and aerobic stability. In: DANIEL, J.L.P.; SANTOS, M. C.; NUSSIO, L.G. (Ed.). III International

- symposium on forage quality and conservation, v.1., São Pedro, 2013. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2013. p.183-195.
- 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*. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.251-304.
- LOPES, F.C.F.; SILVA e OLIVEIRA, J.; LANES, E.C.M. et al. Valor nutricional do triticale (X Triticosecale Wittmack) para uso como silagem na Zona da Mata de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, vol.60, n.6, p.1484-1492, 2008.
- LOPEZ, S.E.; MÜHLBACH, P.R.F. Efeito de diferentes tratamentos na composição químico-bromatológica da aveia branca (*Avena sativa* L.) conservada nas formas de silagem ou feno. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 20, p. 333-338, 1991.
- McCULLOUGH, M.E. Silage and silage fermentation. **Feedstuffs**, v.49, n.13, p.49-52, 1977.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publishing, 1991. 340 p.
- MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p. 183-191, 2010.
- MUCK, R. Recent advances in silage microbiology, *Agricultural and Food Science*. v.2, p.2-15, 2013.
- MÜHLBACH, P. R. F. Silagem: **Produção com controle de perdas**. In: LOBATO, J.F.P.L.; BARCELLOS, J.O.J.; KESSLER, A.M. *Produção de Bovinos de Corte*. 1999. Porto Alegre: EDI-PUCRS, 1999. 346 p.
- PEREIRA, J. R. A.; REIS, R. A. Produção e utilização de forragem pré-secada. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS. TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 235-254.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**, ed., New York: Cornell University Press, 1994, 476 p.
- WALLSTEN, J.; MARTINSSON, K. Effects of maturity stage and feeding strategy of whole crop barley silage on intake, digestibility and milk production in dairy cows. **Livestock Science**, v. 121, p.155-161, 2009.

WEINBERG, Z.G.; KHANAL, P.; YILDIZ, C. et al. Effects of stage of maturity at harvest, wilting and LAB inoculants on the aerobic stability wheat silages. **Animal Feed Science and Technology**, v.158, p.29-35, 2010.

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

II – OBJETIVOS GERAIS

Avaliar a estabilidade aeróbia de silagens de trigo com e sem inoculante bacteriano.

Avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca, proteína bruta e da fibra em detergente neutro de silagens de trigo com ou sem o uso de inoculante bacteriano, e de silagens de milho convencional ou transgênico (*Bacillus thuringiensis*).

Avaliar o desempenho de novilhos confinados, alimentados com dietas com inclusão de silagens de trigo com ou sem o uso de inoculante bacteriano e silagem de milho.

III – Perdas de matéria seca e estabilidade aeróbia em silagens de trigo avaliadas em estratos de silos de grande escala

Resumo - Objetivou-se determinar os efeitos da inoculação sobre o valor nutricional, padrão de fermentação, estabilidade aeróbia e perdas de matéria seca (MS) em silagens de trigo, avaliados em três estratos em silos de grande escala. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, num esquema fatorial com 2x3, sendo a silagem de trigo controle (ST) e silagem com inoculante bacteriano (STI), avaliado nos estratos basal, mediano e superior nos silos, em silos tipo trincheira. A silagem ST apresentou maiores teores de ácido acético, propiônico, butírico e perdas de MS. A densidade de MS e a eficiência de conservação da silagem, medidos pelas perdas de MS, são diretamente relacionadas aos estratos no silo. A inoculação com bactérias homoláticas na ensilagem de trigo reduz as perdas totais de MS durante a armazenagem e modifica o padrão fermentativo, com redução da estabilidade aeróbia da silagem.

Palavras-chave: inoculante bacteriano, *Lactobacillus plantarum*, silagem de trigo

III - Losses of dry matter and aerobic stability of wheat in silages evaluated in stratum of large-scale silos

Abstract - This study aimed to determine the effects of inoculation on the nutritional value, standard fermentation, aerobic stability and dry matter losses (DM) in wheat silages evaluated in three stratum in large-scale silos. The experimental design was completely randomized in a 2x3 factorial arrangement with, and wheat silage control (WS) and silage with inoculant (WSI), assessed at baseline strata, medium and higher in silos in kind trench silos. ST silage had higher levels of acetic, propionic, butyric and DM losses. The density of MS and efficiency of silage conservation, measured by DM losses are directly related to the strata in the silo. Inoculation with bacteria homolactics silage wheat reduces the total DM losses during storage and modifies the fermentation pattern, with reduced aerobic stability of silage.

Key words: bacterial inoculant, *Lactobacillus plantarum*, wheat silage

Introdução

É fato reconhecido e amplamente difundido a importância dos cereais de inverno, promovendo volumoso de boa qualidade para a alimentação animal. Na produção de silagem de trigo, as vantagens da utilização na ensilagem, estão relacionados à sua elevada produção de matéria seca (MS) por área (CHEN; WEINBERG, 2009), pacote tecnológico disponível ao produtor (FONTANELI et al., 2009) e permite a produção de volumoso intercalar à silagem de milho.

Na atualidade, houve avanço nos inoculantes para silagens disponíveis no mercado (KUNG Jr., 2013), onde o maior interesse na pesquisa é investigar o motivo da sua eficácia (MUCK, 2013). Dessa forma, as prováveis interferências na eficácia dos inoculantes, estão relacionadas à viabilidade biológica do aditivo (QUEIROZ et al., 2012), competição da flora epifítica (MUCK, 2013; KUNG Jr., 2013) e características particulares da planta a ser ensilada (CHEN; WEINBERG, 2009).

A maioria dos estudos sobre inoculação de silagens avaliam estes produtos em silos laboratoriais (MUCK, 2010). No entanto, é importante validar os resultados da inoculação em silos de grande escala, com enfoque nas possíveis alterações que ocorrem nos estratos do silo, pois, há divergências entre silagens produzidas em silos laboratoriais e silos de grande escala (CHEN; STROKES; WALLACE, 1994), devido às condições imperfeitas do silo de grande escala, serem mais desafiadoras para a fermentação adequada (MARI et al., 2009; QUEIROZ et al., 2012). Desse modo, o produto obtido no silo laboratorial, pode não refletir o processo de armazenamento em grande escala, o que evidencia a importância de estudos em condições de campo.

As quantificações das perdas no processo de ensilagem são de grande relevância, uma vez que têm efeito direto na qualidade e no custo do alimento. As perdas de um alimento ensilado podem ser quantificadas via desaparecimento de MS durante o processo de ensilagem (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). Estas perdas devem ser mensuradas em silos de grande escala (JOBIM et al., 2007), já que as perdas variam no interior do silo, conforme o estrato avaliado (NEUMANN et al., 2007).

O estudo da estabilidade aeróbia das silagens durante a fase de utilização tem adquirido importância, dado ao impacto nas perdas qualitativas e quantitativas, com consequente alteração no valor alimentício da silagem. Além disso, a estabilidade aeróbia representa uma característica importante da silagem, porque as mesmas são

expostas ao ar durante a utilização e resultam em perdas de nutrientes (CHEN; WEINBERG, 2009).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a composição química, o padrão fermentativo, estabilidade aeróbia e as perdas na ensilagem do trigo com ou sem o uso de inoculante bacteriano.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de produção animal da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) e no Setor Avaliação de Alimentos para ruminantes da Universidade Estadual de Maringá.

A lavoura de trigo foi implantada em sucessão à cultura da soja, implantada em área de 3 hectares, utilizando semeadora com espaçamento entre linhas de 0,17 cm, com profundidade de semeadura de 2 cm e com densidade de semeadura de 220 sementes/m². Como material experimental empregou-se o trigo BRS UMBU de genótipo mútico (espiga sem arista) e de caráter duplo propósito. O plantio foi efetuado em 14/06/11 e o corte para ensilagem em 05/11/11, empregando uma colhedora de forragens (Pecus 9004 PRN 1200), com plataforma recolhadora e regulagem de corte para tamanho de partícula de 2 cm.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, num esquema fatorial 2x3, com duas silagens de trigo (silagem controle - ST e silagem com inoculante bacteriano STI) e três estratos nos silos (basal = 0 a 40 cm; mediano = 40 a 80 cm; superior = 80 a 120 cm), com 12 repetições por estrato no silo.

Os silos utilizados no armazenamento das silagens foram do tipo trincheira, com dimensões de 3,5 m de largura, 11 m de comprimento e 1,2 m de altura, sendo produzido um silo para cada silagem avaliada. Na inoculação da silagem referente ao tratamento STI, utilizou o produto comercial com *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus acidilactici* com $1,0 \times 10^5$ UFC (STI), aplicado na dosagem recomendada pelo fabricante.

Durante a ensilagem, na confecção de cada silo, foram locados 12 sacos traçadores no perfil de cada estrato dos silos. Como sacos traçadores utilizou-se sacos de náilon maleável 100% poliamina, com poros de 85 micrômetros, dimensões de 12 cm x 50 cm, sendo colocados na ensilagem 1,5 kg de forragem por saco traçador.

Nas amostras de silagens contidas em cada saco traçador, uma parte na forma “*in natura*” foi congelada, enquanto a outra parte foi pesada e pré-secada em estufa de ar forçado a 55 °C por 72 horas, para a determinação do teor de matéria parcialmente seca.

A recuperação de MS foi calculada por equação descrita por Jobim et al. (2007). As perdas de MS foram calculadas subtraindo de 100 os valores de recuperação.

Nas amostras pré-secas das silagens foram determinados os teores de MS, matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo e lignina, obtidos conforme Detmann et al. (2012). O nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT), conforme Chaney e Marbach (1962). A digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) da silagem foi determinada conforme técnica descrita por Holden (1999). As densidades das silagens foram determinadas pela metodologia descrita por Holmes e Muck (1999).

Para avaliação da estabilidade aeróbia, o conteúdo de 1,5 kg de silagem foi colocado em baldes, sem compactação e alocados numa sala com temperatura ambiente. As temperaturas das silagens foram verificadas duas vezes ao dia, durante sete dias, com uso de termômetro inserido no centro da massa de silagem. A estabilidade aeróbia foi designada como o período de tempo que decorreu para o aumento em 2°C em relação ao ambiente (QUEIROZ et al., 2012). Além disso, foi avaliado o número de horas para atingir a temperatura máxima, temperatura máxima registrada, soma das médias diárias de temperatura nas silagens e diferença média de temperatura. Os valores de pH foram determinados diariamente, segundo a metodologia de Cherney e Cherney (2003).

A determinação dos ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico) e álcool, foram realizados por meio de cromatografia gasosa segundo Erwin et al. (1961).

Na análise dos dados foi utilizado o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + E_j + SE_{ij} + e_{ijk}$$

Em que: μ = média geral; T_i = efeito da inoculação ($i = 1$ a 2); E_j = efeito do estrato (1 a 3); SE_{ij} = interação entre a inoculação e o estrato; e_{ijk} = erro associado à observação Y_{ijk} .

Os dados coletados para cada variável foram submetidos à análise de variância (SAS Institute Inc., Cary, NC), e as diferenças entre as médias foram analisadas pelo teste Tukey ao nível de 5%.

Resultados e Discussão

A inoculação propiciou condições para a redução das perdas de MS (Tabela 1). A fermentação heterolática pode produzir ácido lático, dióxido de carbono, etanol e ou ácido acético a partir da glicose (MUCK, 2010). ADDAH et al. (2012) ao avaliarem silagens de cevada com inoculante heterofermentativo, não observaram variações nas perdas de MS. Desse modo, a fermentação homofermentativa, proporciona maior eficiência no uso da glicose e modifica as perdas de MS.

Nos estratos dos silos, o superior apresentou maior perda de MS, associado à menor densidade. Velho et al. (2007) indicaram que pequenas diferenças na densidade ocasionam mudanças consideráveis na qualidade da silagem. A densidade condiciona o potencial de deterioração durante o período de estocagem e de utilização da silagem (HOLMES; MUCK, 1999). No presente estudo, a susceptibilidade de perdas em silos de grande escala, estão relacionadas ao estrato no painel do silo.

A densidade da silagem depende do tempo da compactação e teor de MS da cultura (CHEN; WEINBERG, 2009), entre outros fatores. Alguns trabalhos evidenciam maiores perdas na porção superior do silo (NEUMANN et al., 2007), onde geralmente são verificados menores valores de compactação (ZANETTE et al., 2012), o que permite maior fluxo de ar, além de trocas gasosas com o ambiente, pela proximidade com o filme plástico.

A silagem ST, apresentou maior teor de extrato etéreo, em comparação à silagem STI. O aumento na concentração de extrato etéreo em silagens pode ser resultado de síntese microbiana e ou, devido à perda de MS (MUCK, 2013), com consequente efeito de diluição.

Foram observadas diferenças na estratificação do painel do silo para os teores de MS e de DIVMS. O estrato inferior apresentou menor ($P < 0,05$) teor de MS, o que evidencia o acúmulo de umidade nos estratos inferiores dos silos. As silagens podem ter seu valor nutricional modificado em função dos fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem na ensilagem (JOBIM et al., 2007). As perdas das silagens estão relacionadas às alterações bromatológicas das forragens, que dependem das características intrínsecas da planta no momento do corte e de práticas de ensilagem.

Tabela 1. Composição química, perdas de matéria seca (PMS) e densidade (DE) nas silagens (kg de MS/m³) de trigo com e sem inoculante bacteriano, em função dos estratos nos silos

Variáveis	Silagens ¹		Estratos nos silos ²			Efeito da interação			DPM ³
	ST	STI	S	M	B	S	ES	SxE	
MS (%)	40,15	40,94	42,50a	41,83a	37,50b	0,2314	<.0001	0,1112	0,92
PMS	13,14a	10,35b	14,89a	9,93b	11,45b	0,0828	<.0001	0,3000	2,26
DE	181,27	184,40	138,46b	205,12a	192,3a	0,1162	<.0001	0,3700	35,34
<i>Composição química (%MS)</i>									
FDN	52,48	53,30	53,65	53,60	51,42	0,3375	0,0819	0,1235	2,98
FDA	32,88	32,29	32,55	32,77	32,48	0,3731	0,8463	0,9456	1,65
PB	9,79	8,94	9,00	9,23	9,56	0,0053	0,3202	0,1841	0,36
EE	2,44a	1,96b	2,24	2,14	2,22	<.0001	0,4198	0,064	0,88
MM	3,86	3,45	3,78	3,22	3,96	0,0004	<.0001	0,0064	0,91
DIVMS	62,03	62,41	61,36b	63,54a	62,78ab	0,3731	0,0076	0,2018	1,54

Médias, nas linhas seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem entre si (P<0,05).

¹ ST = Silagem de trigo e STI= Silagem de trigo com inoculante.

² S = estrato superior, M = estrato mediano e B = estrato basal.

³ EPM = erro padrão médio.

Efeito da interação: silagem (S), estratos (ES) e interação (SxE).

Houve interação entre a silagem e o estrato para os teores de MM, cujo desdobramento encontra-se na Tabela 2. A silagem ST no estrato mediano e basal apresentou maior teor de MM. A silagem STI, apresentou menor concentração de MM no estrato mediano.

Tabela 2. Desdobramento da interação silagem x estrato para a variável matéria mineral

Estratos nos silos	Silagens ¹	
	ST	STI
Teor de matéria mineral, (% MS)		
Superior	3,82 AB	3,75 A
Mediano	3,65 aB	2,78 bB
Basal	4,11 aA	3,81 bA

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) diferem entre si (P< 0,05).

¹ ST = Silagem de trigo e STI= Silagem de trigo com inoculante.

Weinberg et al. (2010) ao avaliarem diferentes locais no painel de silos com trigo, observaram variações nos teores de MM, que justificaram pela ocorrência de perdas fermentativas. Também Kung Jr. (2013) observou que na superfície dos silos há maior atividade microbológica, que elevam as perdas de nutrientes.

Quanto ao perfil fermentativo (Tabela 3), à inoculação na ensilagem de trigo reduziu o valor do pH da silagem. O *Lactobacillus Plantarum* tem sido selecionado para crescimento rápido e de dominação na fermentação (MUCK, 2013), assim seria de esperar que a inoculação acelere o declínio do pH e resulte num menor pH final. No presente estudo, as alterações no pH e no perfil fermentativo, refletem que a atividade homofermentativa proporcionada pela inoculação, teve efeito na redução nas perdas de MS.

Para todas as silagens constatou-se que houve adequada preservação, indicadas pelos valores de pH. No entanto, não são válidas as generalizações quanto a valores de pH na eficiência de conservação (JOBIM et al., 2007), pois, não há garantias de que atividades fermentativas secundárias foram inibidas nas plantas ensiladas. Desse modo, modificações no pH, são indicativos de mudanças nos produtos finais da fermentação (ADDAH et al., 2012).

Tabela 3. Produtos da fermentação de silagens de trigo com ou sem o uso de inoculante bacteriano

Variáveis	Silagens ¹		Estratos nos silos ²			Efeito da interação			DPM ³
	ST	STI	S	M	B	S	E	SxE	
pH (índice)	4,08a	4,02b	4,09	4,06	4,00	0,0254	0,1906	0,4312	0,95
<i>Produtos da fermentação (%MS)</i>									
Álcool	0,777	0,808	0,823	0,778	0,777	0,6341	0,7935	0,9823	0,11
Ác. Acético	1,913	0,389	1,117	1,219	1,116	0,0001	0,0060	0,0020	0,85
Ác. propiônico	0,529	0,041	0,247	0,180	0,430	0,0027	0,0011	0,0011	0,31
Ác. Butírico	0,566	0,220	0,309	0,382	0,488	<.0001	0,0005	0,0027	0,20
Ác. Lático	1,767	1,867	1,816	1,786	1,848	0,4816	0,9379	0,9374	0,32
Lático: acético	-0,260b	1,470a	0,719	0,568	0,528	0,0009	0,6510	0,6139	0,93
N-NH3/NT	10,280	9,880	10,07	9,94	10,21	0,4508	0,9148	0,8560	1,15

Médias, nas linhas seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem entre si (P<0,05).

¹ ST = Silagem de trigo e STI = Silagem de trigo com inoculante.

² S = estrato superior, M = estrato mediano e B = estrato basal.

³ EPM = erro padrão médio.

Efeito da interação: silagem (S), estratos (ES) e interação (SxE).

Ao avaliar o desdobramento da interação das silagens x estratos (Tabela 4), observou-se que a silagem ST, apresentou maiores teores de ácido acético, propiônico e butírico. Os produtos finais da fermentação, na silagem ST, são indicativos de fermentação heterofermentativa, pela menor concentração de ácido lático em relação ao

acético. Esses resultados podem ser atribuídos à taxa de declínio do pH prolongada após a ensilagem, quando comparada a STI.

Tabela 4. Desdobramento da interação silagem x estrato para as variáveis ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico

Estratos nos silos	Silagens ¹	
	ST	STI
Ácido acético (% MS)		
Superior	1,846 aB	0,389 b
Mediano	2,068 aA	0,371 b
Basal	1,825 aB	0,407 b
Ácido butírico (% MS)		
Superior	0,453aB	0,165 b
Mediano	0,504aB	0,259 b
Basal	0,740aA	0,235 b
Ácido propiônico (% MS)		
Superior	0,465 aB	0,028 bB
Mediano	0,325 aC	0,034 bB
Basal	0,798 aA	0,061 bA

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) diferem entre si (P < 0,05).

¹ ST = Silagem de trigo e STI= Silagem de trigo com inoculante.

Addah et al. (2011) observaram que a inoculação da forragem de cevada com bactérias homoláticas, reduziu a concentração de ácido propiônico. Pelo contrário, Addah et al. (2012) ao avaliar silagens de cevada com inoculação heterolática, observaram que a concentração de ácido propiônico não foi alterada pela inoculação. No presente estudo, possivelmente, a fermentação homolática na silagem STI, proporcionou exclusão competitiva de microrganismos durante o metabolismo fermentativo, com predomínio de fermentação por bactérias produtoras de ácido lático.

O rápido declínio do pH reduz a atividade de bactérias do gênero *Clostridium*, que são responsáveis pela produção de ácido butírico (MUCK, 2010). Este fato justifica a elevada concentração de ácido butírico na silagem ST, onde possivelmente houve prolongada fermentação até atingir um pH suficiente para inibir a atividade de *Clostridium*.

A inoculação modificou o perfil fermentativo nos estratos nos silos. As silagens ST e STI, apresentaram maiores teores de ácido propiônico no estrato basal. Altos níveis de ácido propiônico têm sido relacionados à inibição de fungos e leveduras (PAHLOW et al. 2003). Desse modo, os dados do presente trabalho indicam que a silagem de trigo ST, apresenta maior efeito anti-micótico nos diferentes estratos do silo.

A silagem ST, apresentou maior teor de ácido butírico no estrato basal. Estes resultados possivelmente indicam que as bactérias do gênero *Clostridium*, que são as principais produtoras do ácido butírico, beneficiaram-se da maior umidade no estrato basal para o desenvolvimento. Já nos estratos superior e mediano, pela menor disponibilidade de umidade (Tabela 1). Enquanto na silagem STI, possivelmente, a aceleração na redução do pH, proporcionou efeito supressor da atividade clostrídica. Estes resultados sugerem que a inoculação modificou o padrão fermentativo de forma independente da densidade de MS nos estratos dos silos.

A inoculação da silagem de trigo resultou em menor estabilidade aeróbia, maior temperatura máxima, média e diferença máxima (Tabela 5), em relação à silagem sem inoculante. Estes resultados sugerem que o metabolismo aeróbio da silagem inoculada, proporcionou extensiva oxidação de nutrientes.

Tabela 5. Estabilidade aeróbia de silagens de trigo com sem inoculante bacteriano

Variáveis	Silagens ¹		Estratos nos silos ²			Efeito da interação			DPM ³
	ST	STI	S	M	B	S	E	SxE	
Estabilidade (h)	128,7a	42,0b	85,0ab	93,0a	78,0b	<.0001	0,0017	0,1677	58,66
T°C máxima ⁴	27,8b	33,5 ^a	31,5	28,9	31,5	<.0001	0,0974	0,2802	4,52
T°C média ⁵	19,7b	25,9 ^a	22,7	22,0	23,8	<.0001	0,2151	0,1829	2,67
Soma de T°C ⁶	136,6	176,2	158,8	153,1	157,3	<.0001	<.0001	<.0001	0,97
Dif. máxima ⁷	7,7b	15,0a	12,2a	9,4b	12,5a	<.0001	0,0032	0,0641	1,83
Dif. média ⁸	1,44	6,63	4,54	3,68	3,89	<.0001	<.0001	0,0001	0,03
Média de pH	4,2	5,8	5,2	4,6	5,3	<.0001	0,0055	0,0035	0,10
pH máximo	4,38	7,92	6,31	5,77	6,37	<.0001	<.0001	<.0001	0,005
pH máximo (h)	140,0	150,0	144,0	150,0	141,0	0,0137	0,1393	0,1393	5,46

Médias, nas linhas seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem entre si (P<0,05).

¹ ST = Silagem de trigo e STI= Silagem de trigo com inoculante.

² S = estrato superior, M = estrato mediano e B = estrato basal.

³ EPM = erro padrão médio.

⁴ T°C máxima = temperatura máxima em °C.

⁵ T°C média = temperatura máxima em °C.

⁶ Soma de T°C = soma de temperatura em °C.

⁷ Dif. máxima = diferença máxima de temperatura em °C.

⁸ Dif. média = diferença média de temperatura em °C em relação à temperatura ambiente.

Efeito da interação: silagem (S), estratos (ES) e interação (SxE).

Em particular, a silagem STI, apresentou-se estável até o segundo dia de exposição ao ar e com acentuada variação nos valores de pH. Em contraste, a silagem ST permaneceu com a temperatura abaixo do ambiente, por 128 horas e com valores de pH próximo aos obtidos no final do período de armazenagem. O presente estudo

confirma a informação de que a inoculação aumenta a susceptibilidade da silagem à deterioração aeróbia (MUCK, 2010). Portanto, as elevações da temperatura e dos valores de pH predisuseram contínua deterioração da silagem por cepas de microrganismos.

Um dos fatores que favorece a deterioração aeróbia é a população de fungos e leveduras (MUCK, 2013). Segundo esse autor, o ácido acético prolonga a estabilidade aeróbia da silagem pela inibição de fungos e leveduras. O efeito do ácido acético sobre a estabilidade aeróbia está relacionado com a concentração não dissociada em solução (MUCK, 2010). Além disso, o ácido propiônico ao inibir o crescimento de fungos e leveduras, aumenta a estabilidade aeróbia das silagens (PAHLOW et al., 2003). No presente estudo, as altas concentrações de ácido acético e propiônico, provavelmente predisuseram a maior estabilidade aeróbia da silagem ST.

O desdobramento da interação silagem x estratos nos silos, fez notar que a silagem STI nos diferentes estratos, apresentou maiores soma de temperatura, diferença média em °C e média de pH (Tabela 6). Tal efeito pode ser atribuído ao forte efeito antimicótico do ácido acético (KUNG Jr., 2013), que inibe a ação de microrganismos aeróbios deterioradores, uma vez que esta silagem apresentou uma reduzida concentração desse ácido (Tabela 3).

Tabela 6. Desdobramento da interação silagem x estrato para as variáveis soma de temperatura, diferença média, média de pH e pH máximo

Estratos nos silos	Silagens ¹	
	ST	STI
Soma de temperatura, (horas)		
Superior	141,49 bA	176,15 aA
Mediano	131,08 bC	175,17 aB
Basal	137,37 bB	177,31 aA
Diferença média, (horas)		
Superior	2,175 bA	6,92 aA
Mediano	0,66 bC	6,70 aA
Basal	1,495 bB	6,28 aB
Média de pH, (índice)		
Superior	4,16 b	6,16 aA
Mediano	4,22 b	4,93 aB
Basal	4,18 b	6,39 aA
pH máximo, (índice)		
Superior	4,32 b	8,31 aA
Mediano	4,43 b	7,12 bB
Basal	4,39 b	8,33 aA

Médias seguidas de letras distintas minúsculas (linhas) e maiúsculas (colunas) diferem entre si (P< 0,05).

¹ ST = Silagem de trigo e STI= Silagem de trigo com inoculante.

Nos estratos dos silos, o estrato superior da silagem ST apresentou maior soma de temperatura, diferença média e pH máximo. Tal fato justifica as maiores perdas de MS no estrato superior, associada a menor densidade da silagem (Tabela 1).

Os principais fatores que influenciam a densidade da silagem nos estratos no silo, são a taxa de compactação, espessura de compactação, peso do equipamento, tempo de compactação e teor de MS (HOLMES, 2006). Nesse sentido, o estrato superior de silo representa o ponto crítico nas perdas de MS. Em razão disso, cuidados adicionais devem ser tomados no manejo da silagem neste estrato, principalmente em relação à densidade (HOLMES; MUCK, 1999), população microbológica (KUNG Jr., 2013) e risco a saúde alimentar (MUCK, 2013).

Conclusões

A inoculação com bactérias homoláticas na ensilagem de trigo reduz as perdas totais de MS na armazenagem e modifica o padrão fermentativo, com redução da estabilidade aeróbia da silagem.

O uso de inoculante à base de bactérias homoláticas altera o perfil fermentativo e estabilidade aeróbia nos estratos da silagem de trigo.

Referências

- ADDAH, W.; BAAH, J.; GROENEWEGEN, P. et al. Comparison of the fermentation characteristics, aerobic stability and nutritive value of barley and corn silages ensiled with or without a mixed bacterial inoculant. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 91. p. 133-146, 2011.
- ADDAH, W.; BAAH, J.; OKINE, E.K. et al. A third-generation esterase inoculant alters fermentation pattern and improves aerobic stability of barley silage and the efficiency of weight gain of growing feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 1541-1552, 2012.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-137, 1962.
- CHEN, J; STOKES, M.R.; WALLACE, C.R. Effects of enzyme-inoculant systems on preservation and nutritive value of hay crop and corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.2, p.501-512, 1994.

- CHEN, Y.; WEINBERG, Z.G. Changes during aerobic exposure of wheat silages. **Animal Feed Science and Technology**, v.154, p.76-82, 2009
- CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: Buxton et al. **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA. 2003. p.141-198.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. **Métodos de para Análise de Alimentos**. Visconde do Rio Branco: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214p.
- ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *Journal of Dairy Science*, v.44, n.9, p.1768-1771, 1961.
- FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. et al. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n. 11. p.2116-2120, 2009.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, p. 171-179, 1999.
- HOLMES, B.J.; MUCK, R.E. **Factors affecting bunker silos densities**. Madison, Wisconsin, USA. 1999. 7p.
- HOLMES, B.J. Density in Silage Storage. NRAES-181 “Silage for Dairy Farms” Conference **Proceedings**, p. 214-238, 2006.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.
- KUNG, J.R. The effects of length of storage on the nutritive value and aerobic stability. In: DANIEL, J.L.P.; SANTOS, M. C.; NUSSIO, L.G. (Ed.). III International symposium on forage quality and conservation, v.1., São Pedro, 2013. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2013. p.183-195.
- MARI, L. J.; R. J. SCHMIDT, R. J.; NUSSIO, L. G. et al. Short communication: An evaluation of the effectiveness of *Lactobacillus buchneri* 40788 to alter fermentation and improve the aerobic stability of corn silage in farm silos. **Journal Dairy Science**, v.92, p.1174-1176, 2009.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publishing, 1991. 340 p.

- MUCK, R. Recent advances in silage microbiology, *Agricultural and Food Science*. v.2, p.2-15, 2013.
- MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p. 183-191, 2010.
- NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P.R.F.; NÖRNBERG, J.L. et al. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.855-864, 2007.
- PAHLOW, G.; MUCK, R. E.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of ensiling. In D. R. Buxton, R. E. Muck, & J. H. Harrison (Eds.), **Silage Science and Technology**, Madison, WI: American Society of Agronomy, 2003, p. 31-93.
- QUEIROZ, O.C.M.; ADESOGAN, A.T.; ARRIOLA, K.G.; QUEIROZ, M.F.S. Effect of a dual purpose inoculant on the quality and nutrient losses from corn silage produced in farm scale silos. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.3354-3362, 2012.
- WEINBERG, Z.G.; KHANAL, P.; YILDIZ, C. et al. Effects of stage of maturity at harvest, wilting and LAB inoculants on the aerobic stability wheat silages. **Animal Feed Science and Technology**, v.158, p.29-35, 2010.
- VELHO, J. P.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L et al. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p.1532-1538, 2007.
- ZANETTE, P. M.; NEUMANN, M.; FARIA, MV. et al. Valor nutricional e perdas durante a fermentação de silagens de milho (*zea mays* l.) com açúcar ou inoculante, **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, p. 178-189, 2012.

IV – Degradabilidade de silagens de trigo e de silagens de milho com ou sem o gene *Bt (Bacillus thuringiensis)*

Resumo - Este projeto teve como objetivo determinar a degradabilidade de silagens de trigo com ou sem o uso de inoculante bacteriano (*Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus acidilactici*), e de silagens de milho convencional ou transgênico (*Bacillus thuringiensis*). Os tratamentos foram constituídos por silagem de trigo (ST), silagem de trigo com inoculante bacteriano (STI), silagem de milho convencional (SMC) e silagem de milho transgênico (SMT). Os dados da degradabilidade foram ajustados por regressão não linear, por meio da inferência Bayesiana. A silagem SMT apresentou maiores valores de degradação da fração prontamente disponível (*a*) e degradabilidade efetiva da matéria seca (MS). A inoculação influenciou de forma negativa na degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN), pela redução na fração potencialmente degradável (*b*) e aumenta a taxa de degradação da fração indegradável (*I*). As silagens de milho apresentaram menor fração (*I*) e maiores degradabilidade da FDN, comparativamente às silagens de trigo. A adição do gene modificado resulta numa maior degradabilidade da MS.

Palavras-chave: cinética da digesta, inoculante, taxa de degradação, volumosos

IV – Degradability of wheat silages and corn silages with or without the gene Bt (*Bacillus thuringiensis*)

Abstract - This projects aimed to determine the degradability of wheat silages with or without the use of inoculant (*Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici*), and conventional or transgenic silage corn (*Bacillus thuringiensis*). The treatments consisted of wheat silage (SW), wheat silage inoculant (WSI), conventional corn silage (CCS) and transgenic maize silage (GMCS). The degradability data were fitted by nonlinear regression by means of Bayesian inference. The GMCS silage had higher fraction degradation readily available (a) and effective degradability of dry matter (DM). Inoculation negatively affected the degradability of neutral detergent fiber (NDF), the reduction in the potentially degradable fraction (b) and an increase rate of degradation of fraction undegradable (I). The corn silage had lower fraction (I) and higher NDF degradability compared to silages wheat. The addition of the modified gene results in greater degradation of DM.

Key words: degradation rate, inoculant, kinetic parameters, roughage

Introdução

Uma das principais razões da conservação de forragens é tornar a produção dos volumosos, independente de sistemas exclusivos a pastos e dar segurança ao planejamento forrageiro. Desse modo, para o aumento do potencial produtivo e a intensificação das áreas de cultivo, devem-se objetivar altas produtividades de matéria seca (MS) da cultura, e adoção de tecnologias como a escolha da cultivar mais adequada para essa finalidade.

Dentro deste contexto, há extensas áreas no Paraná, que ficam ociosas durante o inverno. Além disso, a produção de silagem de trigo pode reduzir o uso das áreas de verão para produção de silagem (FONTANELI; FONTANELI, 2009; BUMBIERIS Jr. et al., 2011a). Dessa forma, a ensilagem do trigo é uma alternativa para proporcionar maior flexibilidade na produção de volumoso em sistemas agropecuários.

A ensilagem é um método de preservação de forragens baseado em acidificação resultante de processo fermentativo, onde o objetivo principal é maximizar a preservação de nutrientes (KUNG JR., 2009). Nas últimas décadas, vários estimulantes da fermentação, que agem por meio de adição de culturas de bactérias e enzimas, foram lançados no mercado, com o intuito de direcionar a fermentação pela exclusão competitiva de microrganismos indesejáveis e reduzir a perda de nutrientes. Todavia, resultados positivos nos parâmetros fermentativos nem sempre ficaram evidentes e há controvérsias sobre o uso desses aditivos, em função de resultados inconstantes obtidos na sua utilização (MUCK, 2010).

Segundo Trava (2013), com o aumento na semeadura de híbridos de milho, que tiveram inserido em seu código genético genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), ocorrem vantagens sustentáveis como o aumento do rendimento de grãos e de forragem, devido à menor incidência de pragas e menor número de aplicações de defensivos. De acordo com Balieiro Neto et al. (2012), a utilização de cultivares modernos, mais produtivos, adaptados às condições locais e resistentes a pragas pode representar ganhos efetivos em produtividade, desde que não ocorram fatores limitantes à manifestação do potencial produtivo dessas culturas.

Existe a necessidade crescente na geração de bancos de dados precisos, devido a informações insuficientes sobre a cinética de degradação de silagens. No entanto, a degradabilidade das silagens representa relações individuais para cada ambiente em estudo, pois, são influenciados por variações intrínsecas da forragem, tais como

cultivares, estágio de desenvolvimento, método de conservação e fatores extrínsecos como a quantidade de amostra, tamanho dos sacos de náilon, porosidade e variações nas dietas dos animais fistulados. Logo, devem-se gerar informações sobre a degradabilidade das diferentes frações de silagens, no intuito de auxiliar os sistemas de predição de exigências de ruminantes. Portanto, a degradabilidade ruminal de silagens podem influenciar o desempenho animal, pelos efeitos no consumo, diferenças na fermentação ruminal e cinética da digesta.

Objetivou-se avaliar a degradabilidade de silagens de trigo com ou sem o uso de inoculante bacteriano e silagens de milho convencional ou transgênico.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de produção animal da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) e no setor de nutrição de ruminantes da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

A lavoura de trigo foi implantada em sucessão à cultura da soja. A cultura foi implantada, utilizando a semeadora com espaçamento entre linhas de 0,17 m, com profundidade de semeadura de 2 cm e com densidade de semeadura de 220 sementes/m². Como material experimental, empregou-se o trigo BRS UMBU de genótipo mútico (espiga sem arista) e de caráter duplo propósito, numa área de 3 hectares.

As lavouras de milho convencional e transgênico foram implantadas, em sistema de plantio direto em sucessão à mistura forrageira aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*). As culturas foram implantadas, utilizando a semeadora com espaçamento entre linhas de 80 cm, com profundidade de semeadura de 4 cm e distribuição de 5 sementes por metro linear. Utilizou-se o híbrido de milho (AG 8088) convencional e a sua contraparte isogênica com o gene *Bt*, numa área de 1 hectare para cada híbrido.

Os tratamentos foram silagem de trigo (ST), silagem de trigo com inoculante bacteriano (*Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus acidilactici* com 1,0X10⁵ UFC g) (STI), silagem de milho convencional (SMC) e silagem de milho transgênico (SMT).

Deste modo, em função dos tratamentos avaliados, foram produzidos 4 silos. Os silos utilizados no armazenamento das silagens foram do tipo trincheira, com dimensões de 3,5 m de largura, 11 m de comprimento e 1,2 m de altura.

Durante a ensilagem, foram locados 36 sacos traçadores no perfil dos estratos de cada um dos silos, com a finalidade de amostragem nas silagens. A designação de saco traçador, refere-se a um saco de náilon maleável 100% poliamina, com poros de 85 micrômetros, dimensões de 12 x 50 cm de diâmetro e comprimento. Foram dispostos doze sacos traçadores por estrato em cada silo.

Nas amostras de silagens contidas em cada saco traçador, uma subamostra na forma “*in natura*” foi congelada, enquanto foi pesada e pré-secada em estufa de ar forçado a 55 °C por 72 horas, para a determinação do teor de matéria parcialmente seca.

Nas amostras pré-secas, de silagens foram estimados os teores de MS, matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo, segundo técnicas descritas na Cunniff (1995). Os teores da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram obtidos conforme método de Van Soest et al. (1991). Os teores de carboidratos totais (CT) e os carboidratos não fibrosos (CNF), foram calculados segundo as equações de Sniffen et al. (1992): $CT = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM)$ e $CNF = 100 - (\% PB - \% FDN + \% EE + \% MM)$. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi determinado segundo NRC (2001), em que $NDT(\%) = CNFvd + PBvd + (EE-1) \times 2,25 + FDNvd - 7$, em que o CNFvd = carboidratos não fibrosos verdadeiramente digestíveis; PBvd = proteína bruta verdadeiramente digestível; FDNvd = fibra em detergente neutro verdadeiramente digestível; e 7 = constante de desconto de constituintes metabólicos fecais. O nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT), conforme Chaney e Marbach (1962). A determinação dos ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico) e álcool, foram realizados por meio de cromatografia gasosa (ERWIN et al., 1961).

Os dados da composição química e padrão fermentativo das silagens estão apresentados na (Tabela 1).

Foram utilizados para a avaliação de degradabilidade seis bovinos fistulados no rúmen, com um peso médio de 530 kg, sendo três mantidos com silagem de trigo e três com silagem de milho. Os animais foram adaptados com silagem de trigo e milho durante 11 dias antes da incubação ruminal, alimentados duas vezes ao dia, sendo às 8:00 horas e 16:00 horas. A dieta foi composta por 80% de volumoso e 20% de concentrado.

A degradabilidade ruminal da MS, PB e FDN das silagens incubadas e suas respectivas taxas de degradação foram estimadas pela técnica *in situ* do saco de náilon.

Sacos de náilon, (Ankom-Bar Diamond, INC., Parma Idaho – USA). As dimensões dos sacos foram de 10 cm x 20 cm, com diâmetro de poros de 53 micra. Aproximadamente 5g de amostras secas e moídas a 2 mm foram acondicionados em cada saco (VANZANT; COCHRAN; TITEGMEYER, 1998).

Tabela 1. Composição química das silagens

Variável	Silagem			
	ST ^a	STI ^b	SMC ^c	SMT ^d
Matéria seca, (%)	40,15	40,94	39,50	41,2
<i>Composição química (% MS)</i>				
Matéria seca, (%)	40,15	40,94	39,50	41,2
Fibra em detergente neutro	52,48	53,30	47,93	45,73
Fibra em detergente ácido	32,88	32,29	27,47	26,69
Proteína bruta	9,79	8,94	5,87	6,02
Lignina	5,99	6,00	1,95	2,75
Carboidratos totais	83,85	85,88	89,28	89,02
Carboidratos não fibrosos	31,36	32,57	41,35	43,28
Nutrientes digestíveis totais	62,08	61,70	70,25	69,67
<i>Produtos da fermentação (%MS)</i>				
Ácido láctico	1,767	1,867	2,148	0,797
Ácido acético	1,913	0,389	1,747	0,381
Ácido propiônico	0,529	0,041	0,533	0,205
Ácido Butírico	0,566	0,220	0,261	0,580
Álcool	0,777	0,808	0,680	0,339
NH ₃ /NT	10,280	9,880	3,610	2,270

^aST = Silagem de trigo; ^bSTI= Silagem de trigo com inoculante; ^cSMC= Silagem de milho convencional; ^dSMT= Silagem de milho transgênico.

Os tempos de incubação empregados tiveram a duração de 0, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. As amostras do tempo zero foram colocadas a 39° C por 60 minutos em água e depois lavados. Após serem lavados, os sacos foram submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada, a 55° C, por 72 horas. A porcentagem de desaparecimento da MS, PB e FDN por tempo de incubação foram calculadas pela proporção de nutriente que restou nos sacos, após a incubação ruminal.

A análise estatística foi realizada por meio de Inferência Bayesiana descrita em Rossi (2011). Consideraram-se como diferentes, em nível de 5% de significância, os níveis de tratamento cujos intervalos de credibilidade para as diferenças médias não contemplam o valor zero (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

Os dados de desaparecimento da MS e PB foram ajustados por regressão não linear, que prediz a degradabilidade potencial ($y = DP$) dos alimentos por meio do modelo proposto por Mehez e Orskov (1977), da seguinte forma:

$$y_{ijk} = a_{ik} + b_{ik}(1 - e^{-c_{ik}t_j}), [1]$$

i-animal : 1, 2, ... , N;

j-tempo : 1, 2, ... , J;

k-tratamento : 1, 2, ... , K;

y é a percentagem do nutriente degradado após o tempo t (em horas);

a é o intercepto da curva ou a fração solúvel do material contido no saco de náilon;

b é a fração potencialmente degradável do material contido no saco de náilon após o tempo zero;

c é a taxa fracional constante de degradação da fração potencialmente degradável;

t é o tempo de incubação no rumem, em horas.

Para estimar a degradabilidade efetiva (DE) foi usado o modelo de Orskov e Mcdonald (1979):

$$DE = a + \frac{bc}{c + taxa}, [2]$$

em que *taxa* de passagem de sólidos no rumem, possui valores fixados em 2, 5 e 8% por hora.

Os dados de desaparecimento dos nutrientes da FDN foram ajustados por regressão não linear, que prediz a fração do resíduo não degradado ($y = R$) dos alimentos por meio do modelo proposto inicialmente por Mertens e Loften (1980) e depois por Mertens (1993), da seguinte forma:

$$y_{ijk} = I_{ik} + b_{ik}(e^{-c_{ik}t_j}), [3]$$

i-animal : 1, 2, ... , N;

j-tempo : 1, 2, ... , J;

k-tratamento : 1, 2, ... , K;

y é a fração (%) do nutriente não degradado após o tempo t (em horas);

b é a fração (%) potencialmente degradável do material contido no saco de náilon após o tempo zero;

c é a taxa fracional (%) constante de degradação da fração potencialmente degradável;

I é a fração (%) de resíduo indegradável (não solúvel) do material contido no saco de náilon;

t é o tempo de incubação no rumem, em horas.

Para estimar a degradabilidade efetiva (DE) foi usado o modelo de Waldo et al. (1972):

$$DE = \frac{B_p c}{c + taxa}, [4]$$

em que $B_p = \frac{B}{B+I} 100$ é a fração (%) potencialmente degradável padronizada.

Foram utilizados os parâmetros *a*, *b* e *c* e, em seguida, via um processo iterativo MCMC (*Monte Carlo Markov Chain*), foram gerados 3.000.000 valores em um processo, considerando um período de descarte amostral de 100.000 valores iniciais. Assim, a amostra final, obtida em saltos a cada 50 valores, contém 60.000 valores gerados.

Para comparar os tratamentos, foram realizadas comparações múltiplas entre as distribuições *a posteriori* das médias dos parâmetros de interesse (ROSSI et al., 2010; ROSSI, 2011). Consideraram-se como diferentes, ao nível de 5% de significância, os tratamentos cujos intervalos de credibilidade para as diferenças médias não contemplam o valor zero.

Resultados e Discussão

A fração da MS prontamente disponível (*a*), da silagem SMT apresentou valores mais elevados. A inoculação da silagem de trigo apresentou menor desaparecimento dessa fração prontamente disponível (Tabela 2). Em outros estudos, envolvendo o uso de inoculante em silagem de trigo (SUCU; FILYA, 2006) e de cevada (ADDAH et al. 2011; BAAH et al., 2011), não encontraram efeito da inoculação no desaparecimento da fração (*a*) da MS. Isso se deve possivelmente em virtude de diferenças na composição química e parâmetros fermentativos.

Ao avaliar híbridos de milho com e sem o gene *Bt*, Trava (2013), observou que o híbrido com o gene modificado, apresentou diminuição da degradação da fração (*a*), quando comparada com a sua contraparte transgênica.

A fração potencialmente degradável (*b*) da SMC apresentou valor superior às demais silagens. As ST e STI não apresentaram diferença para a fração potencialmente degradável da MS. Quanto maior é o percentual de degradação da fração (*b*), maior será

o potencial de utilização da fração fibrosa pelos ruminantes, resultando numa maior quantidade de energia disponível após a degradação ruminal (BUMBIERIS Jr. et al., 2011b).

Tabela 2. Valores da fração solúvel (*a*), fração potencialmente degradável (*b*), taxa de degradação da fração *b* (*c*), da matéria seca (MS) das silagens com taxas de passagem de 2, 5 e 8%

Parâmetros	MS			
	ST ¹	STI ²	SMC ³	SMT ⁴
<i>a</i>	43,38 ^b (1,09)	42,08 ^c (0,87)	41,89 ^{bc} (2,31)	46,69 ^a (1,27)
<i>b</i>	27,53 ^c (1,90)	26,28 ^c (1,06)	41,64 ^a (7,08)	35,25 ^b (1,76)
<i>c</i> (%/h)	0,03 ^b (0,006)	0,04 ^a (0,005)	0,03 ^b (0,009)	0,04 ^a (0,006)
DP	70,93 ^b (2,03)	68,36 ^c (0,89)	83,53 ^a (7,82)	81,94 ^a (1,72)
DE (2%)	59,72 ^c (0,52)	60,08 ^c (0,39)	64,43 ^b (1,05)	69,52 ^a (0,57)
DE (5%)	53,58 ^b (0,58)	54,32 ^b (0,44)	55,53 ^b (1,18)	61,67 ^a (0,64)
DE (8%)	50,80 ^c (0,62)	51,36 ^b (0,47)	51,71 ^{bc} (1,27)	57,85 ^a (0,68)
Desvio Padrão	1,94	1,08	8,44	2,47

Letras distintas na linha indicam diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, por meio de comparações Bayesianas em nível de 95% de credibilidade.

¹ ST = Silagem de trigo; ² STI= Silagem de trigo com inoculante; ³ SMC= Silagem de milho convencional; ⁴ SMT= Silagem de milho transgênico.

Sucu e Filya (2006) relataram que silagens de trigo com aditivos contendo inoculantes bacterianos, não influenciaram a degradabilidade *in situ* da MS. Também Addah et al. (2011) relataram que a inoculação não alterou a degradabilidade das silagens de cevada e milho. No entanto, os mesmos autores, relataram que a inoculação aumentou o desaparecimento da fração potencialmente degradável (52,0 contra 48,8), independente do tipo de silagem.

Addah et al. (2011) observaram que a fração potencialmente degradável, foi maior na silagem de cevada que na silagem de milho. Dessa forma, os mesmos autores concluíram que respostas variáveis para o uso de inoculantes podem ser explicadas pelas diferenças na composição das forragens avaliadas e os tipos de silos.

Para a taxa de degradação da fração (*c*), o tratamento SMT e STI apresentaram os maiores valores em relação aos demais tratamentos. Trava (2013) observou que o

híbrido AG com o gene *Bt*, apresentou redução na degradabilidade da fração (c), quando comparado o híbrido isogênico sem o gene. No entanto, o híbrido DKB apresentou comportamento inverso. O mesmo autor relatou que as silagens apresentaram maiores diferenças entre híbrido, do que em relação ao geneticamente modificadas, haja vista que não afetou a cinética de degradação da MS.

As silagens de milho apresentaram maiores valores de DP da MS (Fig. 1 e 2). As diferenças observadas no DP entre as silagens, provavelmente estão relacionadas à própria composição química do material, uma vez que os maiores teores de FDN, foram observados para as silagens de trigo.

O inoculante reduziu o potencial de degradação da silagem. A redução da fração potencialmente degradável deveu-se principalmente à menor proporção da fração prontamente disponível.

Na DE da MS, a silagem SMT apresentou maiores taxas de passagens de 2, 5 e 8%. O crescimento ininterrupto das plantas geneticamente modificadas pode antecipar o enchimento dos grãos de plantas com a mesma idade cronológica (BALIEIRO NETO et al., 2012), fator este que pode alterar a degradabilidade da MS.

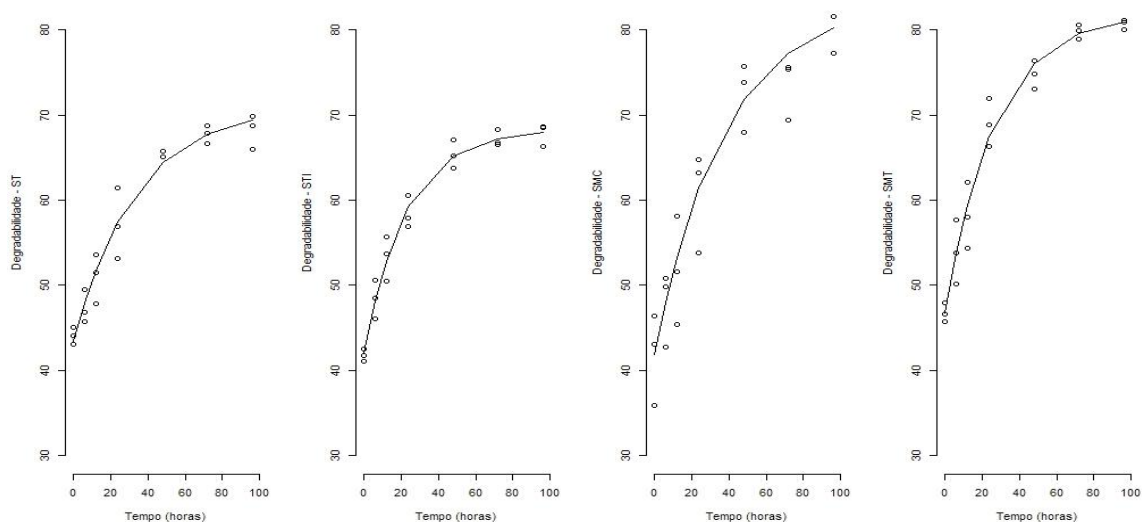


Figura 1. Curvas de degradabilidade da matéria seca das silagens de trigo e milho (ST = Silagem de trigo; STI= Silagem de trigo com inoculante; SMC= Silagem de milho convencional; SMT= Silagem de milho transgênico).

A inoculação da silagem de trigo influenciou a degradabilidade efetiva da MS, considerando as taxas de passagens de 2, 5 e 8%. Os resultados do presente estudo indicam que a inoculação bacteriana promoveu benefícios na DE da MS. Contrariando

os relatos obtidos em silagem de cevada, registrados por Addah et al. (2011) e Baah et al. (2011). Entre as prováveis explicações, seria à especificidade do inoculante à cultura, competição da flora epifítica, conteúdo de MS e carboidratos solúveis. Dessa forma, o efeito do uso de aditivos biológicos encontra-se condicionado tanto à viabilidade biológica do inoculante, quanto às características intrínsecas da planta a ser ensilada.

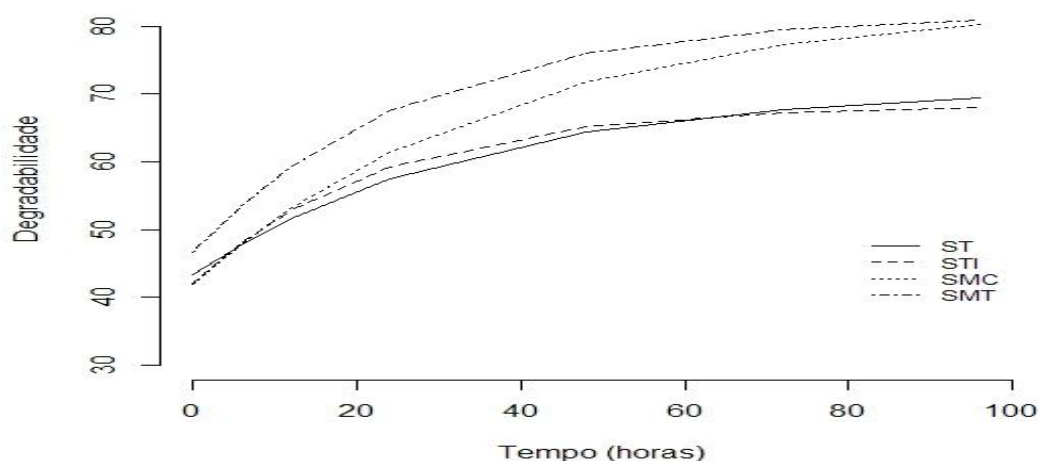


Figura 2. Comparação entre as curvas de degradabilidade da matéria seca das silagens de trigo e milho (ST = Silagem de trigo; STI= Silagem de trigo com inoculante; SMC= Silagem de milho convencional; SMT= Silagem de milho transgênico).

Para a degradabilidade da PB, a silagem STI apresentou os maiores valores para a fração prontamente disponível no rúmen (*a*) (Tabela 3). O desaparecimento da fração (*a*) caracteriza a solubilização de compostos nitrogenados solúveis remanescentes da fermentação no silo. Tal fato pode ser explicado, pela proteólise se estender durante a fermentação quando não ocorrem condições suficientes para que os microrganismos indesejáveis sejam inibidos. No entanto, na extensão da proteólise, há a necessidade de serem verificados outros aspectos, como velocidade de queda do pH, e o teor de PB da planta no momento da ensilagem.

A silagem ST apresentou maior valor de (*c*), e conseqüentemente maior potencial de degradação (DE da PB 2,5 e 8%). Do mesmo modo, Vatandoost, Mesgaran e Vakili (2011) não observaram efeito da inoculação na DE da PB em silagens de cevada. A disponibilidade de nitrogênio para os microrganismos no rúmen é determinada pelas taxas de degradação e passagem pelo rúmen, e influencia a eficiência e a quantidade de proteína microbiano sintetizada.

Tabela 3. Valores da fração solúvel (*a*), fração potencialmente degradável (*b*), taxa de degradação da fração *b* (*c*), da proteína bruta (PB) das silagens com taxas de passagem de 2, 5 e 8%

Parâmetros	PB			
	ST ¹	STI ²	SMC ³	SMT ⁴
<i>a</i>	73,56 ^b (0,68)	74,29 ^a (0,79)	54,94 ^d (1,49)	62,57 ^c (1,08)
<i>b</i>	7,69 ^c (0,88)	11,71 ^{bc} (6,66)	23,87 ^a (6,81)	18,16 ^{ab} (12,12)
<i>c</i> (%/h)	0,05 ^a (0,018)	0,01 ^b (0,024)	0,02 ^b (0,010)	0,03 ^b (0,011)
DP	81,30 ^{ab} (1,24)	86,00 ^a (6,85)	77,86 ^b (5,34)	80,72 ^{ab} (12,58)
DE (2%)	78,93 ^a (0,27)	76,55 ^b (0,43)	66,45 ^d (0,69)	70,54 ^c (0,48)
DE (5%)	77,32 ^a (0,32)	75,45 ^b (0,47)	61,72 ^d (0,78)	67,30 ^c (0,53)
DE (8%)	76,47 ^a (0,34)	75,09 ^b (0,53)	59,77 ^d (0,84)	65,95 ^c (0,57)
Desvio Padrão	0,53	1,34	3,64	1,76

Letras distintas na linha indicam diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, por meio de comparações Bayesianas em nível de 95% de credibilidade.

¹ ST = Silagem de trigo; ² STI= Silagem de trigo com inoculante; ³ SMC= Silagem de milho convencional; ⁴ SMT= Silagem de milho transgênico.

A degradação da FDN da silagem SMC (Tabela 4), apresentou maior fração potencialmente degradável no rúmen em relação às demais silagens (*b*). Os valores de degradabilidade da fração (*b*) da silagem SMT, foram superiores aos observados por Trava (2013), que obteve uma degradabilidade média de 60,00% e 56,89%, para os híbridos sem e com o gene modificado, respectivamente.

Nas silagens de trigo, a inoculação influenciou de forma negativa na degradabilidade da FDN pela redução na fração (*b*) e acréscimo na fração (*I*). Da mesma forma, Vatandoost, Mesgaran e Vakili (2011) não observaram efeito funcional da inoculação na degradabilidade da fração FDN em silagem de cevada.

As diferenças observadas na DE da FDN das silagens, provavelmente estão relacionadas à própria composição química das silagens e pela maior lignificação nas silagens de trigo, que tem efeito acentuado sobre a extensão da digestão dos componentes da parede celular. A lignina pode interferir na determinação e nos resultados da degradabilidade das frações fibrosas (WALSH et al., 2009).

Tabela 4. Valores da fração potencialmente degradável (*b*), taxa de degradação da fração *b* (*c*), fração indegradável (*I*) da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens com taxas de passagem de 2, 5 e 8%

Parâmetros	FDN			
	ST ¹	STI ²	SMC ³	SMT ⁴
<i>b</i>	44,35 ^c (5,69)	40,07 ^d (2,53)	71,65 ^a (8,52)	59,02 ^b (4,64)
<i>c</i> (%/h)	0,026 ^b (0,007)	0,032 ^a (0,005)	0,018 ^c (0,005)	0,022 ^{bc} (0,004)
<i>I</i>	44,25 ^b (6,18)	49,56 ^a (2,61)	19,00 ^c (8,99)	21,22 ^c (5,09)
DE (2%)	37,22 ^b (0,02)	36,76 ^b (0,01)	46,67 ^a (0,02)	47,72 ^a (0,01)
DE (5%)	26,38 ^b (0,02)	26,78 ^b (0,02)	30,54 ^a (0,02)	31,94 ^a (0,01)
DE (8%)	21,74 ^b (0,02)	22,23 ^b (0,01)	24,29 ^a (0,02)	25,46 ^a (0,01)
Desvio Padrão	8,33	3,88	18,02	5,10

Letras distintas na linha indicam diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, por meio de comparações Bayesianas em nível de 95% de credibilidade.

¹ ST = Silagem de trigo; ² STI= Silagem de trigo com inoculante; ³ SMC= Silagem de milho convencional; ⁴ SMT= Silagem de milho transgênico.

A DE da FDN, a silagem SMT apresentou maior DE da FDN. Do mesmo modo, Trava (2013) observou que a presença do gene modificado no híbrido de milho DKB, aumentou a DE para a taxa de passagem igual a 5%/hora, quando comparado ao mesmo híbrido sem o gene. No entanto, alguns híbridos de milho apresentam uma menor resposta à inserção do gene, devido a mecanismos naturais de defesa da planta e a fatores ambientais (BALIEIRO NETO et al., 2012).

A inoculação da silagem de trigo não apresentou efeito na DE da FDN. Bumbieris Jr. et al. (2011b) obtiveram valores semelhantes na DE da FDN em silagem de triticale, confirmando o mesmo comportamento em relação à silagem de trigo.

Conclusão

O híbrido transgênico apresenta maior degradabilidade em relação à sua contraparte isogênica.

A inoculação modifica a degradabilidade efetiva da MS.

Referências

- ADDAH, W.; BAAH, J.; GROENEWEGEN, P. et al. Comparison of the fermentation characteristics, aerobic stability and nutritive value of barley and corn silages ensiled with or without a mixed bacterial inoculant. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 91. p. 133-146, 2011.
- BAAH, J.; ADDAH, W.; OKINE, E.K. et al. Effects of homolactic bacterial inoculant alone or combined with an anionic surfactant on fermentation, aerobic stability and *in situ* ruminal degradability of barley silage. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v. 24, n. 3.. p. 369-379, 2011.
- BALIEIRO NETO, G.; NOGUEIRA, J.R.; BRANCO, R.B.F. et al. Relação custo benefício na produção de silagem com milho *Bt*. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://www.aptaregional.sp.gov.br>>. Acesso em: 3 de jan. de 2013.
- BUMBIERIS JR, V.H.; OLIVEIRA, M.R.; BARBOSA, M.A.A.F. et al. Use of winter cultures for forage conservation. In: DANIEL, J.L.P.; ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L.G. (Ed.). II International symposium on forage quality and conservation, v.1., São Pedro, 2011. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2011a. p.65-83.
- BUMBIERIS, H.V.; JOBIM, C.C.; EMILE, J.C. et al. Degradabilidade ruminal e fracionamento de carboidratos e proteínas em silagens de triticales em cultivo singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 32, n. 2, p. 759-770, 2011b.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-137, 1962.
- CUNNIFF, P. (Ed.). Official methods of analysis of AOAC International. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995.
- ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *Journal of Dairy Science*, v.44, n.9, p.1768-1771, 1961.
- FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S. **Silagem de cereais de inverno**. In: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira, Passo Fundo - RS: EMBRAPA TRIGO, 2009. 329 p.
- KUNG Jr., L. Effects of microbial additives in silages: facts and perspectives. In: ZOPOLLATTO, M.; MURARO, G.B.; NUSSIO, L.G. (Ed.). International

- symposium on forage quality and conservation, v.1., São Pedro, 2009. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2009. p.7-22.
- MEHREZ, A.Z., ORSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility feeds in the rumen. **Journal of agricultural Science**, Obregon, v.88, n.3, p. 645-650, 1977.
- MERTENS, D.R. Rate and extent of digestion. In: FORBES, J. M., FRANCE, J. (Eds.) Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. Cambridge, England: Commonwealth Agricultural Bureaux, Cambridge University Press, 1993, p.13-51.
- MERTENS, D.R.; LOFTEN, J.R. The effect of starch on forage fiber digestion in vitro. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 1437-1446, 1980.
- MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p. 183-191, 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washington D.C.: National Academy Press, 2001. 360p.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v. 92, n.1, p 499-503, 1979.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 3 de fev. de 2013.
- ROSSI, R. M. **Introdução aos métodos Bayesianos na análise de dados zootécnicos com uso do WinBUGS e R**. Eduem, 2011. 191p.
- ROSSI, R. M.; GUEDES, T. A.; MARTINS, E. N.; JOBIM, C. C. Bayesian analysis for comparison of nonlinear regression model parameters: na application to ruminal degradability data. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 419-424, 2010.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- SUCU, E.; FILYA, I. Effects of bacterial inoculants on fermentation, aerobic stability and rumen degradability characteristics of wheat silages. **Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences**, v. 30, p.187-193, 2006.

- TRAVA, C. M. **Valor nutritivo da silagem de milho com o sem o gene *BT*(*Bacillus thuringiensis*)**. Dissertação, Programa de Pós- Graduação do Instituto de Zootecnia, APTA/SAA– Nova Odessa - SP. 89p. 2013.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VANZANT, E.S.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C. Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2717-2729, 1998.
- VATANDOOST, M.; MESGARAN, M.D.; VAKILI, A.R. Fermentation characteristics, *in situ* rumen degradation and nutritional value of whole crop barley ensiled with microbial inoculant or ammonium propionate for lactating dairy holstein cows. **Journal of Agricultural Science and Technology**. v. 1, p. 1095-1102, 2011.
- WALSH, K.; O'KIELY, P.; TAWHEEL, H.Z et al. Intake, digestibility and rumen characteristics in cattle offered whole-crop wheat or barley silages of contrasting grain to straw ratios. **Animal Feed Science and Technology**. v. 148, p. 192-213, 2009.

V – Desempenho e características de carcaças de novilhos confinados recebendo silagem de milho ou silagens de trigo com ou sem inoculante bacteriano

Resumo - Objetivou-se avaliar o desempenho de 24 novilhos confinados cruza Charolês x Nelore, alimentados com dietas que incluíram silagem de trigo (ST), silagem de trigo com inoculante homolático (STI) e silagem de milho (SM). Os novilhos não castrados, com idade média inicial de 12,3 meses, alimentados *ad libitum* e distribuídos por peso e condição corporal nos tratamentos. O delineamento foi inteiramente casualizado. Os ajustes no fornecimento das quantidades das dietas foram realizados diariamente, considerando sobra de 5% da matéria seca da ofertada em relação à consumida, visando manter a inclusão constante de volumoso e concentrado. Verificou-se que a inoculação da silagem de trigo não teve efeito no desempenho animal e características da carcaça. A dieta com inclusão da silagem de milho proporciona maior digestibilidade, consumo de nutriente e correspondente aumento na resposta no desempenho animal e peso de carcaça.

Palavras-chave: cereais de inverno, ganho de peso, qualidade do volumoso

V – Performance and carcass characteristics of feedlot steers fed corn silage and corn silage with or without inoculant

Abstract - This study aimed to evaluate the performance of feedlot steers 24 Charolais x Nellore crosses fed with diets that included corn silage (WS), wheat silage inoculant homolactic (WSI) and corn silage (CS). The beef steers were used, with mean initial age of 12.3 months, fed *ad libitum* and distributed by weight and body condition in treatments. The design was randomized. Adjustments in the amounts provided in the diets were made daily, considering a leftover of 5% of offered dry matter with regard to ingested dry matter, in order to maintain constant inclusion of roughage and concentrate. It has been found that inoculation of the corn silage had no effect on animal performance and carcass characteristics. The diet with inclusion of corn silage provides a higher digestibility, nutrient intake and corresponding increase in the response in animal performance and carcass weight.

Keywords: quality roughage, weight gain, winter cereals

Introdução

A produção silagem de trigo (*Triticum aestivum L.*) pode cumprir um papel importante, uma vez que, possibilita reduzir a competição por de áreas nas culturas de verão para a produção de silagem (FONTANELI e FONTANELI, 2009; BUMBIERIS Jr. et al., 2011) e pode garantir a produção de um volumoso de alta qualidade.

Mudanças nos produtos da fermentação e redução nas perdas de matéria seca (MS), presumidamente são características dos inoculantes bacterianos, entretanto, ainda há controvérsias se os inoculantes melhoram a digestibilidade (HUHTANEN, 2013), consumo (MUCK, 2013) e a resposta animal (KUNG Jr., 2013).

Qualidade de forragens conservadas é o potencial de expressar a maior resposta animal (JOBIM et al., 2007). No entanto, são poucos os trabalhos que avaliam o potencial da silagem de trigo (FONTANELI et al., 2009), sendo escassas as informações quanto ao desempenho animal (BUMBIERIS Jr. et al., 2011).

Nos sistemas de produção animal de bovinos de corte em fase de terminação, é essencial o estudo de estratégias de alimentação, que manipulem as dietas e otimizem a produtividade e características das carcaças. Portanto, é imprescindível que haja ensaios com bovinos, propiciando, desta forma, recomendações de um determinado alimento ou nível de inclusão à dieta.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desempenho e características da carcaça de novilhos terminados em confinamento e alimentados com silagens de milho e silagens de trigo com e sem inoculante bacteriano.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas instalações da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava - PR e na Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá - PR.

O trigo foi implantado em sucessão a cultura da soja. A cultura foi implantada, utilizando-se um espaçamento entre linhas de 0,17 cm, com profundidade de semeadura de 2 cm e com densidade de semeadura de 220 sementes/m². Na semeadura, foi utilizada como adubação de base 400 kg/ha do fertilizante 08-30-20 (N-P₂O₅-K₂O). Após 30 dias de semeadura, foi realizada a adubação de cobertura com 160 kg/ha de N, na forma de uréia. Como cultura de inverno, empregou-se o trigo BRS UMBU de

genótipo mútico (espiga sem arista) e de caráter duplo propósito, numa área de 3 hectares.

A área de milho (híbrido AG-8088) foi semeada em sistema de plantio direto em sucessão à mistura forrageira aveia preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*). A cultura foi implantada, utilizando-se o espaçamento entre linhas de 80 cm, com profundidade de semeadura de 4 cm e distribuição de 5 sementes por metro linear. Na semeadura, foi utilizada como adubação de base 450 kg/ha do fertilizante 05-20-20 (N-P₂O₅-K₂O). Após 40 dias de semeadura, no estágio V6, foi realizada a adubação de cobertura com 120 kg/ha de N, na forma de uréia.

A forragem produzida foi colhida e processada com o auxílio de uma ensiladeira marca Nogueira - PECUS 9004[®]. O material original colhido foi transportado e depositado em 3 silos do tipo trincheira, com paredes e pisos de concreto, medindo 3,5 m de largura, 1,2 m de altura e 11 m de comprimento, onde procedeu-se à compactação da massa para a expulsão do oxigênio com um trator, e posteriormente, os silos foram vedados com lona de polietileno dupla face de 150 µ, totalizando três silos, um para cada tratamento avaliado.

Foram utilizados 24 novilhos não castrados, com peso médio de 384 kg, cruza Charolês x Nelore, sendo 8 animais por tratamento, com idade média inicial de 12,3 meses, vermifugados e equilibrados por peso e condição corporal. Os animais foram pesados, após jejum de sólidos de 12 horas, com pesagens intermediárias a cada período de 21 dias.

O experimento teve duração de 100 dias, com 16 dias de adaptação e quatro períodos de 21 dias. Os animais foram terminados em confinamento, sendo alimentados, na forma *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 6:00 e às 17:30 horas.

No experimento de digestibilidade aparente, as amostras de fezes foram coletadas entre o dia 12 e 17 de cada período experimental, com intervalo de 26 horas entre as coletas. A fibra em detergente ácido indigestível, foi utilizada como indicador interno para estimar a digestibilidade aparente dos nutrientes e a produção fecal (COCHRAN et al., 1986).

O consumo voluntário dos alimentos foi medido diariamente por meio da pesagem da quantidade oferecida e das sobras do dia anterior. O ajuste no fornecimento da quantidade das silagens foi realizado diariamente, considerando uma sobra de 5% da

MS oferecida em relação à consumida, visando manter inclusão constante a relação de 50% de volumoso e 50% de concentrado com base na MS da dieta (Tabela 1).

Tabela 1. Composição da dieta de novilhos confinados recebendo como volumoso, silagem de milho e silagens de trigo com ou sem inoculante

Variável	Silagens		
	ST ^a	STI ^b	SM ^c
<i>Composição da dieta (% MS)</i>			
Silagem de trigo	50		
Silagem de trigo com inoculante		50	
Silagem de milho			50
Concentrado	50	50	50
<i>Composição química da dieta (% MS)</i>			
Matéria seca	55,41	56,34	55,50
Matéria orgânica	95,51	95,22	95,16
Fibra em detergente neutro	37,27	37,40	34,08
Fibra em detergente ácido	21,45	20,34	18,60
Proteína bruta	12,68	12,70	12,00
Carboidratos totais	80,67	82,17	83,40
Carboidratos não fibrosos	39,10	38,52	46,94

^a ST = Silagem de trigo; ^b STI = Silagem de trigo com inoculante; ^c SM = Silagem de milho.

As amostras dos sacos traçadores foram pré-secas para determinar os teores de MS, matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo, segundo técnicas descritas na Cunniff (1995). Os teores da fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos conforme método de Van Soest et al. (1991) e da fibra em detergente ácido (FDA) segundo Goering e Van Soest (1970). Os teores de carboidratos totais (CT) e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo as equações de Sniffen et al. (1992): $CT = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM)$ e $CNF = 100 - (\% PB - \% FDN + \% EE + \% MM)$. O nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT), conforme Chaney e Marbach (1962)

A determinação dos ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico) e álcool, foram realizados por meio de cromatografia gasosa (ERWIN et al., 1961).

As variáveis avaliadas nos quatro períodos experimentais foram consumo de MS (CMS), consumo de FDN, consumo de PB, consumo de CT e consumo de NDT. No desempenho animal, avaliou-se a eficiência e conversão de alimentos, o ganho de peso médio diário (GMD), a conversão alimentar (CA), a eficiência alimentar (EA) e a taxa de eficiência proteica (TEP).

Ao final do período de confinamento, obedecendo ao jejum de sólidos por 12 horas, os animais foram pesados no carregamento para o frigorífico, obtendo-se o peso de final. Os abates seguiram o fluxo normal de um abatedouro comercial, localizado a 5 km de distância do local onde foi conduzido o experimento, em conformidade com as normas de bem estar animal e ética para o abate de bovinos.

Nas carcaças, foram mensuradas cinco medidas de desenvolvimento: comprimento de carcaça, que é a distância entre o bordo cranial medial do osso púbis e o bordo cranial medial da primeira costela; comprimento de perna, que é a distância entre a borda cranial medial do osso púbis e a articulação tíbio-tarsiana; espessura do coxão, medida por intermédio de compasso, perpendicularmente ao comprimento de carcaça, tomando-se a maior distância entre o corte que separa as duas meias carcaças e os músculos laterais da coxa; comprimento de braço, que é a distância entre a tuberosidade do olecrano e a articulação rádio-carpiana; perímetro de braço, obtido na região mediana do braço circundando com uma fita métrica, conforme as metodologias descritas por Muller (1987).

Sequencialmente, aferiu-se a espessura de gordura subcutânea ao nível da 12^o costela. Para a avaliação da distribuição de gordura na carcaça foram aferidos três pontos de espessura de gordura subcutânea, ao nível da 6^o, 9^o e 12^o costela, sendo o valor da distribuição de gordura obtido pela média dos pontos verificados.

No momento do abate, foi realizada a caracterização das partes do corpo não integrantes da carcaça dos novilhos, por meio da coleta dos pesos dos seguintes componentes: cabeça, língua e couro (denominados componentes externos); coração, rins, fígado e pulmões (denominados órgãos vitais); rúmen-retículo cheio e intestinos cheios.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por três tratamentos (silagem de trigo, silagem de trigo com inoculante e silagem de milho). Os dados coletados para cada variável foram submetidos à análise de variância com comparação das médias pelo teste Tukey a 5% de significância (SAS Institute Inc., Cary, NC).

As análises foram realizadas de acordo com o seguinte modelo matemático geral:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

em que: Y_{ij} = as variáveis dependentes; μ = média de todas as observações; T_i = efeito dos tratamentos; e ε_{ij} = erro experimental residual (erro b).

Resultados e Discussão

A inoculação não apresentou efeito sobre a composição química da silagem de trigo (Tabela 2). As alterações na composição química, no processo fermentativo pode modificar a oferta de nutrientes disponíveis (HUHTANEN, 2013). No entanto, no presente estudo a inoculação não influenciou o valor nutricional da silagem de trigo.

Tabela 2. Composição química, produtos da fermentação de silagem de milho e silagens de trigo com sem inoculante

Variáveis	Silagens			
	ST ^a	STI ^b	SM ^c	EPM ¹
pH	4,08a	4,02b	4,11a	0,02
<i>Composição química (%MS)</i>				
Matéria seca (%)	40,15	40,94	40,45	0,01
Fibra em detergente neutro	52,48a	53,30a	46,71b	9,67
Fibra em detergente ácido	32,88a	32,29a	27,23b	3,26
Proteína bruta	9,79a	8,94a	5,98b	0,20
Carboidratos totais	84,67b	86,03b	89,14a	0,39
Carboidratos não fibrosos	30,94b	32,94b	42,43a	0,40
<i>Produtos da fermentação (%MS)</i>				
Ácido láctico	1,76a	1,86a	1,47b	0,06
Ácido acético	1,91a	0,38c	1,17b	0,04
Ácido propiônico	0,52a	0,04c	0,18b	0,006
Ácido Butírico	0,56a	0,22b	0,41a	0,01
Álcool	0,77a	0,81a	0,50b	0,009
N-NH ₃ /NT	10,28a	9,88a	2,91b	0,95

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, são estatisticamente diferentes ao nível de 5% de probabilidade.

^a ST = Silagem de trigo; ^b STI= Silagem de trigo com inoculante; ^c SM= Silagem de milho.

¹ EPM – erro padrão médio.

N-NH₃/NT = Nitrogênio amoniacal do nitrogênio total.

A silagem de milho apresentou maiores teores de CT e CNF, concomitantemente, proporcionaram reduções na FDN e FDA, comparativamente às silagens de trigo sem e com inoculante bacteriano, respectivamente. Comparativamente ao milho a silagem de trigo proporcionou menor produção de MV (22.771 e 50.565 kg/ha de MV), de MS (9.564 e 20.226 kg/ha) e de grãos (3.329 e 8.900 kg/ha), respectivamente.

As silagens de milho e trigo possuem constituições particulares, uma vez são constituídos por duas frações distintas: a fração de granífera e fração forragem,

entretanto, há grande variação no valor nutricional das respectivas silagens, determinadas pelas modificações nos componentes morfológicos da planta, no qual se relaciona diretamente a fração fibrosa e densidade energética das silagens.

O elevado valor energético, padrão fermentativo, baixo teor de fibra e alta produção de MS por unidade de área, são características que fazem da planta de milho uma das forragens mais utilizadas na produção de silagem. Comparativamente, os cereais de inverno produzem silagens inferiores energeticamente à silagem de milho devido a diversos fatores: constituições anatômicas, morfológicas, físicas e bromatológicas (FONTANELI e FONTANELI, 2009).

Quanto ao perfil fermentativo, à inoculação na silagem de trigo reduziu o valor do pH, entretanto, apresentou menor concentração de ácido acético, propiônico e butírico, em relação aos outros tratamentos. Addah et al. (2011) observaram que a inoculação homolática da forragem de cevada, reduziu a concentração de ácido acético e propiônico. No presente estudo, os produtos finais da fermentação, na silagem inoculada, são indicativos de uma fermentação homolática, pela menor concentração de ácido acético, que provavelmente são atribuídos a uma taxa de declínio do pH prolongada após a ensilagem.

A digestibilidade é o principal fator que influencia no consumo (HUHTANEN, 2013). Porém, a inoculação na ensilagem de trigo não teve efeito benéfico na digestibilidade aparente das dietas (Tabela 3), pois, mudanças na digestibilidade poderiam influenciar no padrão de fermentação ruminal e, conseqüentemente, na composição dos nutrientes absorvidos.

A dieta com silagem de milho promoveu maiores digestibilidade da MS e digestibilidade da FDN. A maior digestibilidade da fibra na silagem de milho, em comparação à silagens de trigo, pode refletir os efeitos no tempo de mastigação, cinética da digesta ruminal, com impacto no desempenho animal (GALYEAN e DEFOOR, 2003), sendo que, no animal, a digestibilidade dos alimentos é consequência da taxa de degradação, mas também é inversamente relacionada à taxa de passagem pelo trato digestório.

Na análise dos resultados do consumo de nutrientes, verifica-se que, para a silagem de milho, houve maior ($P < 0,05$) consumo de nutrientes, frente às silagens de trigo com e sem inoculante.

O maior consumo para a silagem de milho, possivelmente possa ser explicado por ser um alimento de maior digestibilidade da MS e FDN. No entanto, em ensaio com bovinos recebendo silagem milho ou trigo, com a inclusão de 3 kg de concentrado/dia, Walsh et al. (2008a) não observaram diferenças no CMS (7,02 contra 7,31 kg MS/dia), discordando dos presentes achados. Tais discordâncias podem ser justificadas por diferenças nutricionais, que aumentam com o acréscimo da densidade energética e redução na concentração de FDN.

Tabela 3. Digestibilidade aparente, consumo de nutrientes e desempenho de novilhos confinados, tendo como volumoso na dieta, silagem de milho ou silagens de trigo com ou sem inoculante

Variável	Silagens			EPM ¹
	ST ^a	STI ^b	SM ^c	
<i>Coefficiente de digestibilidade</i>				
Matéria seca (%)	63,88b	64,37b	72,47a	2,96
Proteína bruta (%)	72,43	69,14	76,98	5,49
Fibra em detergente neutro (%)	47,74b	47,28b	59,04a	4,41
<i>Consumo de nutrientes</i>				
Matéria seca (kg/dia)	10,19b	11,03b	12,79a	0,48
Matéria seca (% PV)	2,14b	2,26b	2,57a	0,01
Fibra em detergente neutro (kg/dia)	4,03b	4,41b	5,07a	0,03
Fibra em detergente neutro (% PV)	0,85b	0,90b	1,04a	0,02
Proteína bruta (kg/dia)	1,39b	1,27b	1,64a	0,02
Carboidratos totais (kg/dia)	8,01b	8,50b	10,01a	0,27
Carboidratos não fibrosos (kg/dia)	3,97b	4,08b	4,94a	0,16
<i>Desempenho</i>				
Ganho médio diário (kg/animal)	1,57b	1,58b	1,81a	0,03
Peso final (kg)	515,12b	516,50b	536,62a	26,03
Peso de carcaça (kg)	270,63b	272,00b	292,38a	14,95
Conversão alimentar (kg MS/ kg PV ganho)	6,57	6,90	6,96	1,30
Eficiência alimentar (kg GMD/ kg MS)	0,15	0,15	0,14	0,05
Taxa de eficiência proteica (kg GMD/ kg PB)	1,14	1,24	1,11	0,02

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, são diferentes ao nível de 5% de probabilidade.

^a ST = Silagem de trigo; ^b STI = Silagem de trigo com inoculante; ^c SM = Silagem de milho.

¹ EPM – erro padrão médio

Os níveis superiores de FDN nas silagens de trigo poderiam explicar os menores consumos. No entanto, Mertens (1994) afirmou que o consumo é limitado pelo efeito físico de enchimento quando o consumo de FDN é superior a 1,2% do PV. Neste estudo, os valores de consumo de FDN foram menores nas diferentes dietas. Desse modo, possivelmente o limite de consumo foi à demanda fisiológica de energia para os animais.

O CMS de silagens pode ser influenciado pelo conteúdo de MS, características fermentativas, concentração de FDN, digestibilidade da MS e da FDN (HUHTANEN et al., 2007). Portanto, isto sugere que a digestibilidade da FDN da silagem de milho, pode ter sido mais importante do que o consumo da FDN em influenciar o CMS. Diferenças na fração fibrosa das silagens podem traduzir em diferenças no desempenho animal, sendo que, as escalas entre CMS e a digestibilidade da FDN são relativamente estreitas, com impacto no potencial de CMS.

A silagem de milho proporcionou maior eficiência de transformar o CMS em GMD, peso final e peso de carcaça final. Dessa forma, os dados do presente trabalho contrariam os achados de Walsh et al. (2008b) e Keady et al. (2007), que observaram que silagem de trigo e proporciona o mesmo nível de desempenho que os obtidos com a silagem de milho. A proporção de volumoso na dieta pode influenciar, tanto no desempenho animal, quanto nas características do produto, pelos efeitos sobre o CMS (GALYEAN e DEFOOR, 2003). Diante destas situações, possivelmente parte das variações para os resultados encontrados na literatura, sejam atribuídas às diferenças na natureza das dietas, como a qualidade da silagem de milho e nível de inclusão na dieta.

As dietas com silagens de trigo com e sem inoculante, não influenciaram o desempenho dos novilhos confinados. Em trabalho de revisão sobre uso de inoculantes homofermentativos em silagem para bovinos, Adesogan et al. (2009), verificaram que os inoculantes não há efeito sobre o GMD em 80% dos estudos. Verificaram também, efeitos negativos em 10% e, em apenas 10% houve efeito positivo nos estudos examinados.

Na tabela 4, verifica-se que as diferentes dietas afetaram o peso de abomaso cheio e abomaso vazio, na silagem de trigo, silagem de trigo com inoculante e silagem de milho, respectivamente. O volume do abomaso e sua musculatura aumentaram, possivelmente em função de quantidades significativas de amido que passaram pelo rúmen, e elevando a atividade metabólica do órgão nos animais alimentados com silagem de milho.

As dietas com inclusão de silagem de milho influenciaram o peso do baço, que possivelmente está relacionado ao maior consumo de energia digestível. Segundo Ferrel et al. (1976), o tamanho de fígado, rins e baço pode aumentar quando ocorre o consumo de maior concentração de nutrientes, principalmente energia e proteína, pois são órgãos que participam ativamente no metabolismo destes nutrientes. Essas respostas são

contrastantes, pois, os órgãos vitais respondem metabolicamente a alterações da dieta (OWENS et al., 1993).

Tabela 4. Características das carcaças e de partes não integrantes da carcaça de novilhos alimentados com silagem de milho e silagens de trigo sem ou com inoculante microbiano

Variável	Silagens			EPM ¹
	ST ^a	STI ^b	SM ^c	
Rendimento de carcaça (%)	52,21	52,74	54,05	0,79
Comprimento de carcaça (cm)	1,31	1,33	1,33	0,0007
Espessura de colchão (cm)	19,87	20,25	20,37	3,07
Comprimento de braço (cm)	36,75	34,75	34,75	1,75
Perímetro de braço (cm)	443,62	44,37	45,00	9,31
Espessura de gordura (mm)	4,37	4,12	4,68	1,06
Peso da cabeça (kg)	10,43	10,67	10,77	0,64
Peso da língua (kg)	0,97	1,01	1,03	0,02
Peso do fígado (kg)	5,63	5,27	6,08	0,36
Peso do rim (kg)	0,97	1,02	1,10	1,66
Peso do coração (kg)	1,90	1,86	1,91	0,03
Peso do rúmen cheio (kg)	36,90	39,07	39,92	17,52
Peso do rúmen vazio (kg)	8,88	9,16	9,18	0,55
Peso dos Intestinos (kg)	23,40	22,60	20,28	3,94
Peso de patas (kg)	9,69	10,14	10,95	2,33
Peso do abomaso cheio (kg)	3,47ab	3,37b	4,01a	0,06
Peso do abomaso vazio (kg)	2,24b	2,14b	4,83a	7,60
Peso dos pulmões (kg)	7,62	6,30	5,81	0,74
Peso do baço (kg)	1,82b	1,89b	2,13a	0,009
Peso dos testículos (kg)	1,24	1,06	0,95	0,03
Peso do couro (kg)	47,27	44,14	44,29	9,62

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, são estatisticamente diferentes ao nível de 5% de probabilidade.

^a ST = Silagem de trigo; ^b STI= Silagem de trigo com inoculante; ^c SM= Silagem de milho.

¹ EPM – erro padrão médio.

Conclusões

A silagem de milho proporciona maior consumo, digestibilidade e resposta animal, em relação à silagem de trigo.

O uso de inoculante microbiano na ensilagem de trigo, não apresenta efeito sobre o desempenho de novilhos confinados.

Referências

ADDAH, W.; BAAH, J.; GROENEWEGEN, P. et al. Comparison of the fermentation characteristics, aerobic stability and nutritive value of barley and corn silages ensiled with or without a mixed bacterial inoculant. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 91. p. 133-146, 2011.

- ADESOGAN, A. T.; QUEIROZ, O. C. M.; QUEIROZ, M. F. S. Effects of homolactic inoculants on silage nutrient digestibility. **Proceedings...Pre-conf. Symp. Tri-state Dairy Nutr.Conf.** Fort Wayne, IN, 2009.
- BUMBIERIS JR, V.H.; OLIVEIRA, M.R.; BARBOSA, M.A.A.F.; JOBIM, C.C. Use of winter cultures for forage conservation. In: DANIEL, J.L.P.; ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L.G. (Ed.). II International symposium on forage quality and conservation, v.1., São Pedro, 2011. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2011. p.65-83.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-137, 1962.
- COCHRAN, R. C.; ADAMS, D. C.; WALLACE, J. D. et al. Predicting digestibility diets with internal markers: evaluation four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- CUNIFF, P. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC international**. 16.ed. Gaithersburg: AOAC International, 1995. 2 v. 2000p.
- ERWIN, E. S.; MARCO, G. J.; EMERY, E. M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v. 44, n. 9, p. 1768-1771, 1961.
- FERREL, C.L.; GARRET, W.N.; HINMAN, N. Estimation of body composition in pregnant and non pregnant heifers. **Journal of Animal Science**, v.42, n.5, p.1158-1166, 1976.
- FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S. **Silagem de cereais de inverno**. In: FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira, Passo Fundo - RS: EMBRAPA TRIGO, 2009. 329 p.
- FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. et al. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.38, n. 11. p.2116 - 2120, 2009.
- GALYEAN, M.L.; DEFOOR, P.J. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.81, n. 2, p.8-16, 2003.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications. Washington, D.C, [s.n.], p.379, 1970.

- HUHTANEN, P.; RINNE, M.; NOUSIAINEN, J. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. **Animal**, v.1, p.758-770, 2007
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.
- KEADY, T.W.; LIVELY, F.O.; KILPATRICK, D.J. et al. Effects of replacing grass silage with either maize or whole-crop wheat silages on the performance and meat quality of beef cattle offered two levels of concentrates. **Animal**, v.1, p. 613-623, 2007.
- KUNG, J.R. The effects of length of storage on the nutritive value and aerobic stability. In: DANIEL, J.L.P.; SANTOS, M. C.; NUSSIO, L.G. (Ed.). III International symposium on forage quality and conservation, v.1., São Pedro, 2013. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2013. p.183-195.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation and utilization. American Society of Agronomy. NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION. Madison: **American Society of Agronomy**, 1994. p.450-493.
- MUCK, R. Recent advances in silage microbiology, Agricultural and Food Science. v.2, p.2-15, 2013.
- MULLER, L. **Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaças de novilhos**. 2 ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987.31p.
- OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3138-3150, 1993.
- HUHTANEN, P. An overview on manipulation of fermentation in silages effects on nutritive value. In: DANIEL, J.L.P.; SANTOS, M. C.; NUSSIO, L.G. (Ed.). III International symposium on forage quality and conservation, v.1., São Pedro, 2013. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2013. p.183-195.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for

- dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WALSH, K.; O'KIELY, P.; MOLONEY, A.P. et al. Intake, performance and carcass characteristics of beef cattle offered diets based on whole-crop wheat or forage maize relative to grass silage or *ad libitum* concentrates. **Livestock Science**, v. 116, p.223-236, 2008a.
- WALSH, K.; O'KIELY, P.; MOLONEY, A.P. et al. Intake, digestibility, rumen fermentation and performance of beef cattle fed diets based on whole-crop wheat or barley harvested at two cutting heights relative to maize silage or *ad libitum* concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v. 144, p.257-278, 2008b.

VI – Considerações finais

A principal razão da conservação de forragens é tornar independente a produção da utilização dos volumosos. Nesse sentido, a ensilagem do trigo é uma estratégia, que permite maior flexibilidade na produção de volumosos, pois, tal prática não é concorrente da silagem de milho. Portanto, a silagem de trigo pode constituir-se em opção atraente para os produtores, na readequação do planejamento forrageiro.

Dentro deste contexto, há extensas áreas no Paraná, que ficam ociosas durante o inverno. Assim, a produção silagem de trigo, pode cumprir um papel importante, uma vez que, além de possibilitar a utilização mais racional dos solos, pode garantir a produção de um volumoso de alta qualidade. Além disso, a produção de silagem de trigo pode reduzir a competição das áreas de verão para produção de silagem. Dessa forma, a ensilagem do trigo é uma alternativa para proporcionar maior flexibilidade na produção de volumoso aos sistemas agropecuários.

Em muitos casos, a flexibilidade torna a silagem de trigo uma opção alternativa na produção de volumoso em regiões, onde não há produção de silagem do milho safrinha, ou haja oscilações climáticas e de mercado na cultura do milho para silagem, sendo que, a época de colheita do trigo para ensilagem, coincide com a semeadura da cultura do milho. De fato, a silagem de trigo é uma alternativa de produção de volumoso intercalar à silagem de milho, que permite maximizar a utilização dos solos, aumentar a produção de volumoso e taxa de abate de animais na propriedade.