

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CONSERVAÇÃO DE CEREAIS DE INVERNO COM O USO
DE ADITIVOS MICROBIANOS

TESE DE DOUTORADO

Eduardo Garcia Becker

Santa Maria, RS – Brasil

2019

**CONSERVAÇÃO DE CEREAIS DE INVERNO COM O
USO DE ADITIVOS MICROBIANOS**

por

Eduardo Garcia Becker

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Produção Animal/Bovinocultura de Leite, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM – RS), como requisito parcial para obtenção do grau de

Doutor em Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Julio Viégas

**Santa Maria, RS, Brasil
2019**

FICHA CATALOGRÁFICA

Becker, Eduardo
CONSERVAÇÃO DE CEREAIS DE INVERNO COM O USO DE
ADITIVOS MICROBIANOS / Eduardo Becker.- 2019.
55 p.; 30 cm

Orientador: Julio Viégas
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Zootecnia, RS, 2019

1. Aveia 2. Composição química 3. Inoculante bacteriano
4. Silagem 5. Trigo I. Viégas, Julio II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a
Tese de Doutorado

**CONSERVAÇÃO DE CEREAIS DE INVERNO COM O
USO DE ADITIVOS MICROBIANOS**

elaborada por

Eduardo Garcia Becker

como requisito parcial para obtenção do grau de

Doutor em Zootecnia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Julio Viégas, Dr.
(Presidente/Orientador)

Alisson Minozzo da Silveira, Dr. (IFFar - FW)

Diego Prado de Vargas, Dr. (UNISC)

Gilmar Roberto Meinerz, Dr. (UFFS)

Joabel Tonello dos Santos, Dr. (IFFar - FW)

Agradecimentos

Em especial a três pessoas que são as responsáveis pelo que sou hoje, e o apoio em tudo que sempre precisei. Dentre eles, meu avô Ariovaldo e minha avó Donaire, que não estão mais entre nós, mas tenho certeza que eles estão muito orgulhosos e sempre cuidando de mim como sempre fizeram. Difícil falar o que eles significam pra mim, mas sem eles tudo seria mais difícil em minha vida. A terceira pessoa é a minha mãe Ana Lúcia, a mulher mais guerreira que conheço, criando os filhos com todas as dificuldades, mas oferecendo o que há de mais importante, na forma de amor, companheirismo, sempre pensando em ajudar os outros em detrimento dela mesma, e isso levo comigo sempre. Obrigado Mãe, Vô e Vó, tudo que eu escrever aqui é pouco pelo o que vocês representam pra mim. Aos meus irmãos Gabriel e Jaiana, que também participaram de alguma forma me dando apoio. E aos meus dois sobrinhos, Miguel e Clara, que mesmo pequenos me dão força para seguir sempre em frente.

À Luciana, pelo companheirismo, apoio, carinho e dedicação, em todas as situações. Pela compreensão e paciência, nas vezes que tempo era dedicado a realização do trabalho.

Ao amigo, professor e orientador Julio Viégas, pela confiança em fazer parte do grupo de trabalho, e pela orientação durante toda a pós-graduação. Pelo incentivo e pelos ensinamentos profissionais, que certamente contribuíram para minha formação.

Aos estagiários, Mestrandos, Doutorandos e amigos do Grupo de pesquisa NUPECLE, pela amizade, ajuda e dedicação.

Aos colegas da Nutrifarma, que sempre que precisei me deram apoio para que pudesse cumprir os compromissos e colaboraram com a minha formação.

A todos meus amigos, sem privilegiar nomes, pela amizade, companheirismo, apoio e experiências transmitidas.

Agradeço a Biotrigo e a Totalbiotecnologia por apoiarem financeiramente esse estudo.

Aos demais professores do PPGZ-UFSM, pelo convívio e colaboração com a minha formação.

Ao PPGZ pela oportunidade em fazer parte do seu corpo docente e aos funcionários, pela boa disposição em todos os momentos que se fizeram necessários.

A CAPES, pela bolsa de estudo concedida durante o doutorado.

A todos que, de forma indireta, colaboraram com este projeto.

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria

CONSERVAÇÃO DE CEREAIS DE INVERNO COM O USO DE ADITIVOS MICROBIANOS

AUTOR: EDUARDO GARCIA BECKER
ORIENTADOR: JULIO VIÉGAS

DATA E LOCAL DA DEFESA: SANTA MARIA, 24 DE JANEIRO DE 2019.

Com o objetivo de avaliar a produtividade, composição nutricional e os parâmetros fermentativos em silagens de cereais de inverno, aveia e trigo, em diferentes formas de conservação, associado, ou não, à inoculantes homo e heterofermentativos, foi conduzido um experimento na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. O trabalho foi conduzido durante dois anos, nas safras de 2015 e 2016 onde foi realizada a semeadura e corte durante os meses de junho a outubro, respectivamente. Os cortes foram realizados em estágio de florescimento e grão pastoso a farináceo para confecção da silagem pré-secada e silagem, respectivamente. Na safra de 2015 foram utilizados os tratamentos com um genótipo de aveia (*cv. Guapa*) e dois de trigo (*cv. BRS Umbu* e *cv. TBIO Energia I*), onde cada genótipo foi submetido a um grupo controle na forma de silagem sem adição do inoculante (SSI) e dois grupos com diferentes níveis de adição de um inoculante bacteriano (S1X e S2X) TotalSilo[®]. Na safra de 2016 foram utilizados dois genótipos de trigo (*TBIO Energia I e II*) e uma mistura dos dois genótipos submetidos a três formas de conservação, silagem sem inoculante, silagem com inoculante e silagem pré-secada. Em ambos os experimentos, após sessenta dias de conservação foi realizada a abertura dos silos e retiradas amostras homogêneas para análise de pH, N-NH₃ e poder tampão. Foram realizadas avaliações da composição bromatológica e de produtividade dos cereais estudados. Foi observada redução de pH com o uso do inoculante bacteriano nos genótipos de aveia e trigo. Os teores de FDN_{cp} e FDA_{cp} foram menores com a utilização do inoculante bacteriano, e maiores para NDT e CNF. Diante disso, obteve uma maior estimativa de consumo de matéria seca. Quando avaliamos as formas de conservação, a silagem apresentou maior valor nutritivo, independente do uso do inoculante em relação à silagem pré-secada. O trigo TBIO I apresentou melhor composição química considerando a redução nos teores de FDN_{cp} e FDA_{cp}, e incrementos em PB, NDT, CNF e na estimativa do valor relativo do alimento. A produtividade foi maior para a aveia em relação aos genótipos de trigo, no entanto houve uma maior produção de PB e NDT por hectare para o genótipo de trigo TBIO I em relação a aveia e o trigo UMBU. A adição do inoculante bacteriano melhorou o processo fermentativo, e o genótipo de trigo TBIO I apresentou melhor composição química em relação aos demais cereais de inverno estudados. A conservação dos cereais como silagem apresentou melhor padrão de fermentação e composição química superior em relação à silagem pré-secada.

Palavras-chave: aveia, composição química, fermentação, inoculante bacteriano, silagem pré-secada, silagem, trigo.

ABSTRACT

Doctoral Thesis
Graduate Program in Animal Science
Federal University of Santa Maria

CONSERVATION OF WINTER CEREALS WITH THE USE OF MICROBIAL ADDITIVES

AUTHOR: EDUARDO GARCIA BECKER
ADVISER: JULIO VIÉGAS

DATE AND DEFENSE'S PLACE: SANTA MARIA, JAN 24th, 2019.

In order to evaluate the productivity, nutritional composition and fermentative parameters in winter, oat and wheat cereal silages, in different conservation forms, associated or not with homo and heterofermentative inoculants, an experiment was conducted in the central region of Rio Grande do Sul, Brazil. The work was conducted during two years, in the harvests of 2015 and 2016 where sowing and cutting were carried out during the months of June to October, respectively. The cuts were performed in flowering stage and pasty to farinaceous grain to make the pre-dried silage and silage, respectively. In the harvest of 2015, treatments with one genotype of oats (cv. Guapa) and two of wheat (cv. BRS Umbu and cv. TBIO Energia I) were used, where each genotype was submitted to a control group in the form of silage without addition of the inoculant (SSI) and two groups with different levels of addition of a bacterial inoculant (S1X and S2X) TotalSilo[®]. In the 2016 crop, two wheat cultivars (TBIO Energy I and II) and a mixture of both cultivars submitted to three forms of conservation, silage without inoculant, silage with inoculant and pre-dried silage were used. In both experiments, after sixty days of storage, the silos were opened and homogeneous samples were taken for analysis of pH, N-NH₃ and buffering power. Evaluations of the bromatological composition and productivity of the cereals studied were carried out. PH reduction was observed with the use of the bacterial inoculant in oat and wheat cultivars. The levels of NDF_{cp} and ADF_{cp} were lower with the bacterial inoculant, and higher for TDN and NFC. Therefore, it obtained a higher estimate of dry matter consumption. When we evaluated the conservation forms, the silage presented greater nutritive value, independent of the use of the inoculant in relation to the pre-dried silage. The TBIO I wheat presented a better chemical composition considering the reduction in the levels of NDF_{cp} and ADF_{cp}, and increases in CP, TDN, NFC and in the estimation of the relative value of the food. Productivity was higher for oats in relation to wheat cultivars, however there was a higher production of CP and TDN per hectare for wheat genotype TBIO I in relation to oats and UMBU wheat. The addition of the bacterial inoculant improved the fermentation process, and the wheat genotype TBIO I presented better chemical composition in relation to the other winter cereals studied. The conservation of cereals as silage presented a better fermentation pattern and higher chemical composition in relation to pre-dried silage.

Key words: bacterial inoculant, chemical composition, fermentation, oats, pre-dried, silage, wheat.

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 3

- Tabela 1. Médias de Temperatura, precipitação e insolação observadas durante o período de condução do experimento e médias históricas de cinco anos26
- Tabela 2. Produtividade, composição química e valor nutritivo de silagens de aveia (cv. Guapa) e trigo (cv. BRS Umbu e cv. TBIO Energia I) com três níveis de inclusão de inoculante bacteriano32

CAPITULO 4

- Tabela 1. Médias de Temperatura, precipitação e insolação observadas durante o período de condução do experimento e médias históricas de cinco anos42
- Tabela 2. Produtividade, composição química e valor nutritivo genótipos de trigo em três formas de conservação, com uso ou não de aditivos48

SUMÁRIO

CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	9
1.1 Introdução	9
1.2 - Objetivos	10
1.2.1 - Objetivo Geral	10
1.2.2 - Objetivos Específicos	11
1.3 - Hipóteses	11
CAPITULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 - Integração lavoura-pecuária	12
2.2 - Principais espécies de inverno utilizadas na confecção de silagens	13
2.2.1 - Aveia branca.....	13
2.2.2 - Trigo.....	14
2.3 - Silagem de gramíneas de inverno	16
2.4 - Aditivos enzimático-bacterianos	17
2.5 Referências bibliográficas	18
CAPITULO 3 – AVALIAÇÃO DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE INOCULANTE BACTERIANO...23	
Introdução	25
Material e métodos	25
Resultados e discussão.....	28
Conclusão	34
Referências bibliográficas.....	35
CAPITULO 4 – PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DAS GENÓTIPOS DE TRIGO SUBMETIDAS A DIFERENTES MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO COM, OU SEM, INOCULANTE BACTERIANO	39
Introdução	41
Material e métodos	42
Resultados e discussão.....	45
Conclusão	50
Referências bibliográficas.....	50
CAPITULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54

CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

Há grande limitação na atividade leiteira com a carência de forragem no período de outono e início do inverno (ROCHA et al., 2003). Nesses períodos é comum na alimentação animal a utilização de forragens conservadas, na forma de feno, silagem pré-secada e silagem. A conservação de forragem tem por objetivo fornecer alimento volumoso em quantidade e qualidade e, assim, manter os níveis de produtividade dos rebanhos leiteiros (MEINERZ et al., 2009).

No Rio Grande do Sul as principais culturas utilizadas para produção de silagem são o milho e o sorgo, culturas típicas de verão, que competem com culturas de maior interesse econômico, sobretudo a soja. Logo, a produção de alimentos conservados de cereais de inverno possibilita o uso racional do solo evitando áreas ociosas, além da redução nos custos de produção, dependendo unicamente de culturas como o milho e tornando culturas como o trigo (*Triticum sativum* L.) e a aveia branca (*Avena sativa* L.) uma opção segura (BUMBIERIS JUNIOR, et al., 2011).

O cultivo de cereais de inverno normalmente é destinado à produção de grãos, para a alimentação humana e animal, ou como forrageiras na forma de pastagens. Nos sistemas de integração lavoura-pecuária, estes cereais podem ser utilizados tanto para pastejo único, quanto para manejo de duplo propósito, servindo para a produção de forragem na forma conservada ou grãos, e assim, colaborando para a redução dos custos, aumento da eficiência do uso da terra, melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, redução de pragas e doenças, aumento de liquidez e de renda e consequentemente maior estabilidade da produção leiteira (BORTOLINI et al., 2004; MORAES et al, 2011).

Além disso, deve-se considerar que na fase final do ciclo produtivo dessas culturas, há excedente de massa de forragem, surgindo como uma alternativa para produção de alimento conservado e incrementando na produção leiteira, podendo ser fornecido aos animais durante todo o ano, fazendo parte do planejamento dietético da propriedade.

Para obter aumento no potencial quantitativo e qualitativo dos cereais de estação fria, é necessário avaliar se o objetivo da cultura é a maior produção de matéria seca por

área ou maiores teores de proteína bruta e energia, fatores que dependem dos estádios de colheita, variabilidade entre espécies, genótipos de uma mesma espécie, adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas, nos métodos de conservação e no uso de aditivos (BRUCKNER & HANNA, 1990). O avanço dos estádios da planta aumenta a produção de matéria seca, mas em contrapartida, pode reduzir seu valor nutricional (WROBEL, 2014). Outrossim, silagens de cereais de inverno, geralmente apresentam maiores teores de proteína bruta do que a silagem de milho, no entanto, com menor valor energético (SCHEFFER-BASSO et al., 2003).

Um fator importante durante o processo de conservação pela ensilagem é o teor de matéria seca e de carboidratos solúveis que estão diretamente relacionados com a fermentação de plantas forrageiras. Com o intuito de melhorar esse processo, algumas pesquisas têm sido conduzidas com a utilização de aditivos estimulantes de fermentação, reduzindo as perdas durante o processo fermentativo e aumentando o valor nutritivo (LOURES, 2004). Com isso, a aplicação de inoculantes microbianos pode potencializar o processo fermentativo e desempenho dos animais (WEINBERG et al., 2007). No entanto, há inúmeros resultados inconsistentes devido às formas de aplicação e a composição dos microrganismos utilizados (LOURES et al., 2005).

Há carência de informações sobre os processos envolvidos na conservação de culturas de inverno, como o trigo e a veia branca, sobretudo nos estádios fenológicos e formas de conservação, considerando o valor nutritivo durante o período vegetativo e produtivo. Além da utilização de aditivos no processo de ensilagem, é de fundamental importância verificar quais formas de conservação tem maior potencial de produção de alimento em cereais de inverno, através da avaliação detalhada da qualidade bromatológica e produtiva.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a produção e a qualidade de silagens elaboradas a partir de forrageiras anuais de estação fria, submetidas a diferentes formas de conservação e uso de aditivos bacterianos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Comparar o potencial de cereais de inverno para a produção de silagem, submetidos a diferentes formas de conservação, silagem e silagem pré-secada, e ao uso de inoculantes bacterianos;
- Avaliar o rendimento de matéria seca por hectare das silagens de cereais de inverno;
- Determinar a composição química das silagens de cereais de inverno submetidos a diferentes formas de conservação e ao uso de inoculantes bacterianos.

1.3 Hipóteses

- As características nutricionais e fermentativas das silagens de cereais de inverno são alteradas pela forma de conservação.
- O uso de aditivo bacteriano altera a qualidade das silagens de cereais de inverno.
- Os genótipos de trigo TBIO possuem qualidade superior aos demais cereais de inverno estudados.

CAPITULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Integração lavoura-pecuária

A integração lavoura-pecuária é um sistema de produção de grãos e produção de pastagens, que envolve o solo, planta e animais tendo como objetivos maximizar seu potencial de produção (BARTMEYER, 2006). Os benefícios estão associados à redução de custos, aumento da eficiência do uso da terra, melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, redução de pragas e doenças, aumento de liquidez e de renda, além de agregar valor aos produtos agropecuários (MORAES et al., 2011).

Na região sul do Brasil, este sistema vem sendo usado há algum tempo, e com resultados satisfatórios. As áreas de lavoura dão amparo à produção de leite por meio da produção de alimentação animal, seja na forma de grãos, pastejo direto e através de forragem conservada, permitindo a manutenção dos níveis de produtividade o ano inteiro (MELLO et al., 2004). Além disso, o uso de áreas agrícolas para produção de forragem anual de inverno possibilita um melhor aproveitamento da biomassa dessas culturas, promovendo cobertura do solo no período do inverno e, oferta para alimentação animal, permitindo a diversificação das atividades na propriedade e aumento de renda (SILVA, 2005).

Devido a isso, a inclusão de pastagens em áreas destinadas a culturas de verão tem demonstrado ser uma ferramenta útil na recuperação de áreas degradadas, proporcionando maior sustentabilidade no sistema produtivo (MORAES et al., 2002). Contudo, existem muitos paradigmas a respeito do sistema de integração, e um deles, é o fato de que o animal possa extrair nutrientes do sistema afetando as características do solo, e reduzindo a manutenção da matéria orgânica ou cobertura vegetal após o pastejo (MORAES et al., 2011). Todavia, a pesquisa vem de encontro a isso, justificando que o animal no sistema tende a melhorá-lo, e que o sucesso está, principalmente, na correta fertilização dos solos e na alta oferta de forragem para os animais (MORAES et al., 2002).

Em decorrência das limitações na produção de alimentos em períodos de escassez de forragens, principalmente no outono e inverno, e devido ao maior custo das lavouras de verão, umas das alternativas para amenizar o vazio forrageiro é a utilização de pastagens cultivadas de estação fria (MORAES et al., 1995). Essa utilização no sistema de duplo propósito permite o fornecimento de forragem verde aos animais, bem como a

produção de grãos, além da forragem conservada na forma de silagem pré-secada e silagem resultando em melhor aproveitamento do potencial da propriedade (DEL DUCA & FONTANELLI, 1995).

A incorporação de novas tecnologias de manejo e novo material genético vegetal têm possibilitado ao sistema de integração lavoura-pecuária conciliar a atividade agrícola e pecuária, de modo a incrementar a produtividade de grãos e leite, com reflexos importantes na economia da propriedade rural (BARTMEYER, 2006).

2.2 - Principais espécies de inverno utilizadas na confecção de silagens

2.2.1 - Aveia branca

A aveia-branca (*Avena sativa* L.) é uma planta herbácea anual, com grande potencial de utilização, tanto na alimentação humana quanto animal. Apresenta-se como uma alternativa economicamente viável para cultivo no período inverno/primavera na região Sul do Brasil, podendo ocupar parte da área de solos agrícolas que ficam em pousio nesta época do ano (CARDOZO et al, 2002).

Além de suprir as deficiências das pastagens nativas, compostas basicamente por espécies estivais, com baixo valor nutritivo, através da produção de grãos e forragem na forma de pastejo e/ou conservação (FONTANELI & PIOVEZAN, 1991), a aveia-branca também tem boa aplicabilidade, pois alcança bons rendimentos de proteína bruta por hectare (FONTANELI et al., 1996). Com o uso de manejo adequado, considerável quantidade de forragem pode ser removida, sem afetar seriamente a produção de grãos (BORTOLINI et al., 2004).

A aveia branca apresenta elevado potencial para cobertura do solo em sistemas de produção de grãos, durante a época da entressafra, ou na rotação de culturas em sistemas de produção de trigo. Em anos favoráveis para esta cultura, tem-se observado crescimento vegetativo exuberante, ocasionando altos índices de acamamento com perdas significativas e prejuízos na qualidade dos grãos (DEL DUCA & FONTANELI, 1995).

A aveia branca tem como uma de suas características morfológicas a manutenção do meristema apical próximo à superfície do solo até o início da fase reprodutiva (BRISKE & RICHARDS, 1995). A redução na produção de grãos está normalmente associada à remoção dos meristemas apicais das plantas, que induz a formação de novos

perfilhos secundários, os quais produzem panículas menores e com menor quantidade de grãos que o perfilho principal (GARCIA et al., 2004).

Diversos estudos conduzidos no Brasil, demonstraram que a aveia branca apresenta elevados teores de proteína bruta, DIVMS, baixos valores de FDN, FDA e lignina, comprovando um elevado valor nutritivo (HERLING et al., 2001; MOREIRA et al., 2001). No entanto, essas características estão presentes em sua fase de crescimento vegetativo com alta proporção de folhas, baixo teor de fibras e altos teores de proteína e ao passar para o estágio reprodutivo ocorre queda em sua qualidade (SÁ, 1995).

O pastejo da aveia branca em períodos de até quatro semanas permite adequada recuperação à desfolhação para produção de altas quantidades de matéria seca. O pastejo controlado da aveia branca estimula a produção de matéria seca e permite o rendimento de grãos, demonstrando a alta aptidão desta espécie ao sistema de duplo propósito (BORTOLINI et al., 2005). Neste sentido, possibilitaria a produção de silagens de alta qualidade.

2.2.2 - Trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma planta da família das poáceas, originária do cruzamento de gramíneas silvestres. Foi uma das primeiras espécies a ser cultivada no mundo. É a gramínea anual de inverno mais cultivada no mundo. Produz forragem de alta qualidade durante o outono e inverno, sendo comparáveis à alfafa em termos de proteína bruta e digestibilidade (FONTANELI et al., 2006). Possui papel importante na diversificação das culturas nas propriedades agropecuárias, como alternativa econômica no período de inverno. Pode ser utilizado principalmente na alimentação humana na forma de grãos, e na alimentação animal na forma de forragem verde, silagem e duplo propósito, além de cobertura vegetal.

Alguns genótipos se diferenciam no sistema de duplo propósito, tendo com características rápido estabelecimento, alta capacidade de perfilhamento e hábito de crescimento ereto a semiereto (REBUFFO, 2001). Também devem apresentar um ciclo apropriado para o pastejo e/ou corte e colheita de grãos, com fase vegetativa longa e reprodutiva curta, ou seja, ciclo tardio-precocce, podendo ser semeados antecipadamente à época normal. Estas características favorecem a produção de massa verde no período crítico de falta de forragens no inverno (DEL DUCA et. al, 2000). Com isso, o trigo como uma cultura de duplo propósito (forragem e grãos), tem sido usado em diversos países

como Estados Unidos, Uruguai e Argentina, com excelentes retornos financeiros aos agricultores (FONTANELI et al., 2007).

No Sul do Brasil, tem sido observado que trigo de duplo propósito após ser pastejado produz rendimento de grãos similar ou mais elevado do que não pastejado, em virtude de vários fatores, como elevado perfilhamento, renovação da área foliar, redução de porte, permitindo maior contribuição fotossintética ao desenvolvimento da planta. Desta maneira, as plantas de trigo tendem a se ajustar após a remoção da biomassa foliar (adaptação fenotípica) antes do período crítico de alongação dos entrenós (DEL DUCA et al., 2000).

Trigos para duplo propósito devem ser semeados antes da época tradicional, aumentando a população de plantas em 10 a 20%, propiciando melhor cobertura de solo, fornecendo forragem para a produção de leite e, posteriormente, grãos para alimentação humana e animal (FONTANELI et al., 2006). Epplin (2000), trabalhando com trigo de duplo propósito nas Grandes Planícies dos EUA, salienta a importância de se antecipar a semeadura, considerando que este é um fator determinante no sucesso econômico no sistema de duplo propósito para o trigo, pois quando a semeadura é realizada precocemente, aumenta a renda com a produção de forragem ao prolongar-se o ciclo vegetativo da cultura. No Uruguai e Argentina, a melhor produtividade de grãos e de forragem foi observada quando a semeadura de genótipos de trigo de duplo propósito foi realizada entre março e maio, antecipando-se a semeadura em 30 a 40 dias em relação aos genótipos utilizados somente para produção de grãos. No entanto, isto pode expor o trigo a pragas devido ao clima ainda estar relativamente quente (BERGES, 2005; HENRIQUE, 2006).

Segundo Del Duca et al. (2000) a quantidade de semente por hectare pode variar de 90 a 110 kg e a distância entre linhas não deve ser superior a 20 cm. Este mesmo autor cita a importância na observação dos estádios fenológicos para o manejo de corte ou pastejo, devido à desfolha intensa e por longos períodos provocarem queda de índice de área foliar, e no caso do pastejo limitar a altura até 5 a 7 cm do solo e retirar os animais a partir da alongação do colmo. Este fato ocorre, pois, o meristema apical fica exposto ao pastejo ou corte, e sendo removido, reduz severamente a produtividade de grãos (BRUCE, 2003; BERGES, 2005). O corte do trigo duplo propósito pode ser realizado quando as plantas estiverem próximas ao início da alongação dos colmos, ou seja, entre 25 a 40 cm de altura, podendo ser realizado um segundo corte após 30 dias (DEL DUCA et al., 2000).

2.3 - Silagem de gramíneas de inverno

A silagem pode ser elaborada colhendo-se diretamente a planta inteira nos estádios de grão pastoso a massa firme, ou no estágio vegetativo necessitando de pré-emurhecimento. O valor nutritivo da silagem dos cereais de inverno é geralmente superior em proteína bruta ao da silagem de milho, mas com valor energético inferior (SCHEFFER-BASSO et al., 2003).

Segundo Coan et al (2001) a utilização da ensilagem como técnica de conservação de forrageiras de inverno é uma prática que vem sendo adotada com frequência no Sul e Sudeste do Brasil em substituição à fenação, que pode ser bastante prejudicada pelas condições climáticas predominantes nessa época. Entretanto, para a obtenção de silagem de alta qualidade, devem ser considerados fatores como, teores de matéria seca, poder tampão e carboidratos solúveis da forrageira, associados às práticas adequadas de ensilagem.

Geralmente, na ensilagem de plantas forrageiras que apresentam matéria seca (MS) inferior a 21%, carboidratos solúveis inferiores a 2,2% na matéria verde e baixa relação entre carboidratos e poder tampão, os riscos de fermentações secundárias são maiores, tornando-se imprescindível o uso de recursos que, de alguma forma, modifiquem esta situação (McDONALD et al., 1991).

A redução no teor de umidade das forrageiras a serem ensiladas poderá ser feita pela adição de produtos com alto conteúdo de matéria seca, como grãos de cereais ou pelo pré-emurhecimento ao sol (LOPEZ e MÜHLBACH, 1991). Nesse sentido, a remoção parcial de água da planta, através do pré-emurhecimento, pode ser uma opção interessante, por proporcionar condições ideais para o crescimento de bactérias lácticas (PEREIRA e REIS, 2001). Outro método utilizado para melhorar a qualidade de forrageiras ensiladas seria através de aditivos bacterianos com fins de aumentar a população de bactérias desejáveis, estimular a fermentação láctica e reduzir o pH (CASTRO, 2002; LOURES, 2004).

Sendo assim, produzir forragem de alta qualidade na forma de silagem e/ou silagem pré-secada, evitando ao máximo as perdas qualitativas e quantitativas é um desafio. Segundo Wilkinson e Davies (2013) o processo de ensilagem é dividido em quatro fases: 1- fase aeróbia inicial no silo imediatamente após a colheita; 2- a fase de fermentação; 3- a fase de armazenamento no silo; e 4- a fase de fornecimento do alimento

quando a face do silo está aberta e o material é exposto imediatamente ao ar antes, durante e depois da remoção.

2.4 - Aditivos bacterianos

Produtos à base de aditivos bacterianos há algum tempo vem sendo utilizados no processo de ensilagem com a finalidade de melhorar o processo fermentativo e as características químicas das silagens e, conseqüentemente, o desempenho animal (MCDONALD et al., 1991). Os inoculantes bacterianos são utilizados na ensilagem de diversas forrageiras para aumentar a população de bactérias desejáveis, estimular a fermentação láctica e reduzir o pH. Além disso, a associação entre diferentes bactérias permite potencializar a fermentação das silagens, fornecendo substrato para as bactérias lácticas (LOURES, 2004).

O princípio básico de atuação desses aditivos é aumentar a disponibilidade de açúcares simples, para que as bactérias tenham acesso à produção de ácido láctico e ocorra a rápida queda no pH do material ensilado. Ademais, podem inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, evitando, por exemplo, a produção de micotoxinas, e proporcionando maior taxa de estabilidade aeróbia na silagem (DA SILVA et al., 2010).

Quando ocorre a degradação da celulose, várias enzimas agem em associação para uma digestão eficiente. O primeiro passo para a degradação é a aderência do complexo bacteriano ao substrato, sendo obrigatória a aderência para que ocorra a degradação dos componentes da planta ensilada (CYSNEIROS et al., 2006).

Nesse sentido, grande variedade de aditivos bacterianos tem sido recomendados com o intuito de melhorar a qualidade de forrageiras ensiladas. Entretanto, deve-se levar em conta a eficácia e viabilidade do aditivo. Atualmente os principais inoculantes bacterianos são compostos por *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Enterococcus faecium* e *Pediococcus* spp., *Streptococcus faecium*, *Streptococcus faecalis*, *Lactobacillus* sp., *Lactobacillus buchneri* e propionibactérias (RODRIGUES et al., 2004; KUNG JR. et al., 2007). Os inoculantes bacterianos são divididos em diferentes classes, sendo algumas delas as homofermentativas ou heterofermentativas facultativas, as heterofermentativas ou heterofermentativas obrigatórias, entre outras formas de bactérias como as *Propionibacterium* spp. (PAHLOW et al., 2003).

Bactérias homofermentativas produzem exclusivamente ácido láctico através da enzima fosfocetolase, que fermentam pentoses, em contraste as heterofermentativas que

produzem outros compostos a partir de hexoses além do ácido lático (MUCK et al., 2018). Silagens inoculadas com bactérias homofermentativas possuem pH, ácido acético, ácido butírico e nitrogênio amoniacal mais baixos, porém com conteúdo de ácido lático mais alto, além de exibirem uma melhor recuperação de MS (MUCK e KUNG JR., 1997). As bactérias heterofermentativas visam melhorar a estabilidade aeróbica, através do aumento de ácido acético que possuem potencial de inibir leveduras responsáveis por iniciar a deterioração aeróbica pela metabolização de 1,2 propanodiol em propanol e ácido propiônico (MUCK, 1996).

Diversos autores observaram a dinâmica fermentativa de silagens inoculadas com aditivos bacterianos, verificando rápida elevação na produção de ácido lático, declínio no pH e consumo de glicídios solúveis, além da melhoria aeróbica aumentando a concentração de ácido acético e diminuindo as populações fúngicas (KUNG JR. et al., 2007). Nussio et al. (2002) destacaram que o uso de inoculantes bacterianos aumenta a disponibilidade de carboidratos solúveis como substrato para bactérias lácticas, e consequentemente reduz o pH, aumentando a digestibilidade orgânica da forragem.

Em revisão de literatura, Balsalobre et al. (2001), destacaram que os inoculantes bacterianos promovem queda mais acentuada de pH e com isso têm maior capacidade de inibir a fermentação por *Clostridium* sp., sendo, portanto, uma alternativa no controle das perdas em silagens.

Embora haja muitos estudos verificando o efeito de aditivos bacterianos, existem poucas informações a respeito da redução dos componentes estruturais da parede celular durante a ensilagem em cereais de inverno em diferentes processos de conservação, além das prováveis melhorias no processo fermentativo e efeitos na degradação ruminal da fibra.

2.5 Referências bibliográficas

BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JR.; G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.) **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba:SBZ, p.890-911. 2001.

BARTMEYER, T. N. **Produção de trigo de duplo propósito submetido a pastejo de bovinos na região dos Campos Gerais – Paraná**. 54 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006.

BERGES, R. **Trigos INIA para la proxima siembra**. Montevideo: INIA, (Boletim técnico INIA, 2). p. 14-19. 2005.

- BORTOLINI, P. C. et al. Cereais de inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 45-50, jan./fev. 2004.
- BORTOLINI, P. C.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F. Produção de Forragem e de Grãos de Aveia Branca sob Pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2192-2199, nov./dez. 2005.
- BRISKE, D. D.; RICHARDS, J. H. Plant responses to defoliation: a physiologic, morphologic and demographic evaluation. In: BEDUNAH, D.J.; SOSEBEE, R.E. (Eds.) **Wildland plants: physiological ecology and developmental morphology**. Denver: Range Science Society, 1995. p. 635-710, 1995.
- BRUCE, A. **Removal timing critical when grazing wheat**. Institute of Agriculture and Natural Resources Cooperative-Extension. University of Nebraska . News Service, 2003.
- BRUCKNER, P.L.; HANNA, W.W. In vitro digestibility of fresh leaves and stems of small-grain species and genotypes. **Crop Science**, v.30, p.196-202, 1990.
- BUMBIERIS JUNIOR, V. H. et al. Perspectivas para uso de silagem de cereais de inverno no Brasil. **In: Simpósio: Produção e Utilização de Forragens Conservadas**. Maringá, p.39 -72, 2011.
- CARDOZO, T. M.; SCHUCH, L. M. B.; ROSENTHAL, M.D. Efeito do retardamento da colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de aveia-branca (*avena sativa l.*). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n 1, p. 331-338, 2002.
- CASTRO, F. G. **Uso de pré-emurhecimento, inoculante bacteriano-enzimático ou ácido propiônico na produção de silagem de Tifton-85 (Cynodon sp)**. Piracicaba, Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. 136p. 2002.
- COAN, R. M.; et al. Composição bromatológica das silagens de forrageiras de inverno submetidas ou não ao emurhecimento e ao uso de aditivos. **ARS Veterinaria**, Jaboticabal, v. 17, n. 1, p. 58-63, 2001.
- CYSNEIROS, C. S. S. et al. Efeito de enzimas fibrolíticas sobre a composição química da silagem de milho. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 4, p. 339-348, out./dez. 2006.
- DA SILVA, J. M. et al. Influencia de inoculante bacteriano-enzimático sobre a microbiota e qualidade nutricional de silagens de grãos úmidos de milho. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 1, 2010.
- DEL DUCA, L. de J. A.; FONTANELI, R. S. Utilização de cereais de inverno em duplo propósito (forragem e grão) no contexto do sistema plantio direto. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 1., 1995, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, p. 177-180. 1995.

DEL DUCA, L. de J. A.; MOLIN, R.; SANDINI, I. **Experimentação de genótipos de trigo para duplo propósito na Paraná, em 1999**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 6). 18 p. 2000.

EPPLIN, F. M.; HOSSAIN, I.; KRENZER, E. G. J. Winter wheat fall-winter forage yield and grain yield response to planting date in a dual purpose system. **Agriculture Systems**, Essex, v. 63, n. 3, p. 161-173, Mar. 2000.

FONTANELI, R. S. et al. Avaliação de cereais de inverno para duplo propósito. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 43-50, jan. 1996.

FONTANELI, R. S. et al. Estabelecimento e manejo de cereais de inverno de duplo propósito. In: SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. (Eds.) **Cereais de inverno de duplo propósito para a integração lavoura-pecuária no sul do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p.15-35. 2006.

FONTANELI, R. S.; PIOVESAN, A. J. Efeito de cortes no rendimento de forragem e grãos de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 5, p. 691-697, maio 1991.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; MINELLA, E. Cereais de inverno de duplo propósito na alimentação animal: precocidade, rendimento de silagem e grãos e valor nutritivo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA, 26., 2007, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 309-317. 2007.

GARCIA, R. et al. Forrageiras utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L; SILVA, A. A. da; AGNES, E. L. (eds.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa-MG: UFV, p. 331- 352, 2004.

HENRIQUE, M. **Vuelve el trigo doble propósito?** E.E.A. INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária – Bordenave. CentroRegional Buenos Aires Norte – Revista Forrajes & Granos, 50, p. 26-28, 2006.

HERLING, V. R. et al. Composição bromatológica de 17 genótipos de aveia (*Avena sp*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASI-LEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: 2001.

KUNG JR, L.; SCHMIDT, R. J.; EBLING, T. E.; HU, W. The effect of *Lactobacilos buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of ground and whole high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 2309-2314, 2007.

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 da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 20, n. 4, p. 333-341, 1991.

LOURES, D. R. S. **Enzimas fibrolíticas e emurchecimento no controle de perdas da ensilagem e na digestão de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo silagem de capim Tanzânia**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-

- graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 146f. São Paulo, 2004.
- LOURES, D. R. S. et al. Efeito de enzimas fibrolíticas e do teor de matéria seca em silagens de capim-tanzânia sobre os parâmetros ruminais, o comportamento ingestivo e a digestão de nutrientes, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.736-745, 2005.
- McDONALD, P. J.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2nd ed. Mallow: Chalcombe Publications, p. 340 1991.
- MEINERZ, G. R. **Avaliação de cereais de inverno de duplo propósito na depressão central do Rio Grande do Sul**. 70f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009.
- MELLO, L. M. M. et al. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de Forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 121-129, 2004.
- MORAES, A. et al. Avanços científicos em integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In.: III ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL. **Anais...** Pato Branco: UTFPR, 2011.
- MORAES, A. et al. Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do Brasil, Pato Branco, PR. **Anais**. p.3-42. 2002.
- MORAES, A.; MARASCHIN, G. E.; NABINGER, C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 1., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 147-200. 1995.
- MOREIRA, A. L. et al. Avaliação de cinco genótipos de Avena *spp.* para a produção de forragem em Jaboticabal, SP. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: 2001.
- MUCK R. E.; NADEAU E. M. G.; MCALLISTER T. A.; CONTRERAS-GOVEA F. E.; M. C. SANTOS M, C. E KUNG JR. L. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. **Journal of Dairy Science**. V. 101, p. 3980-4000, 2018.
- MUCK, R. E.; L. KUNG JR. Effects of silage additives ensiling. Pages 187–199 in Proc. Silage: Field to Feedbank. NRAES-99. **Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service**, Ithaca, NY. 1997.
- MUCK, R. Silage inoculation. In: CONFERENCE WITH DAIRY AND INDUSTRIES, Madison. **Proceedings...** Dairy Forage Research Center, 1996. p. 43-51. 1996.
- NUSSIO, L. G; PAZIANI, S. F.; NUSSIO, C. M. B. Ensilagem de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Recife, 2002. **Anais...** Recife: p. 60-83. 2002.

PAHLOW, G.; MUCK R. E.; DRIEHUIS F.; OUDE ELFERINK S. J. W. H. e SPOELSTRA S. F. Microbiology of ensiling. Pages 31–93 in *Silage Science and Technology*. D. R. Buxton, R. E. Muck, and R. E. Harrison, ed. **Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am.**, Madison, WI. 2003.

PEREIRA, J. R.; REIS, R. A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: **SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS**. 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, p. 64-86. 2001.

REBUFFO, M. Estratégias y métodos de mejoramiento para maximizar la eficiencia en el uso de avena para forraje y doble propósito. In: **REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA 21.**, 2001, Lages. **Resultados...** Lages : UDESC, p. 28-29. 2001.

ROCHA, M. G. et al. Alternativas de utilização da pastagem hibernal paraa recria de bezerras de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 383-392, mar./abr. 2003.

RODRIGUES, P. H. M. et al. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre o perfil fermentativo da silagem de alfafa adicionada de polpa cítrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1646-1653, 2004.

SÁ, J. P. G. Utilização da aveia na alimentação animal. Londrina: **IAPAR**, 20 p. (Circular, 87). 1995.

SCHEFFER-BASSO, S. M. ; DÜRR, J. W. ; FONTANELI, R. S. **Valor nutritivo de forragens: concentrados, pastagens e silagens**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo – Centro de Pesquisa em Alimentação, 31p, 2003.

SILVA, H. A. **Análise de viabilidade da produção de leite a pasto e com suplementos em áreas de integração lavoura - pecuária na região dos Campos Gerais**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná. 78f. Curitiba, 2005.

WEINBERG, Z. G. et al. Effect of lactic acid bacteria inoculants on in vitro digestibility of wheat and corn silages. **Journal of Dairy Science**. V. 90, p. 4754-762, 2007.
Wilkinson, J. M., e D. R. Davies. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. **Grass Forage Sci**. 68:1–19. 2013.

WROBEL, F. L. **Produção e qualidade nutricional da silagem e do feno colhido em diferentes estádios fenológicos do trigo cultivado em níveis de adubação nitrogenada de cobertura**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste. 67f. Guarapuava, 2014.

CAPITULO 3 – AVALIAÇÃO DE SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE INOCULANTE BACTERIANO

Eduardo Garcia Becker¹, Julio Viégas²,

¹Aluno do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia–UFSM, RS, Bolsista CAPES.
Email: eduardo.garciabecker@gmail.com

²Doutor, Professor Titular do Departamento de Zootecnia – UFSM, RS, Brasil

Resumo

A Produção de forragem conservada de qualidade a partir de cereais de inverno é um grande desafio. Neste sentido, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os efeitos da inclusão de um inoculante contendo bactérias homo e heterofermentativas sobre as características fermentativas e o valor nutricional de três cereais de inverno na forma de silagem com a adição de três níveis de inoculante bacteriano TotalSilo[®]. O experimento foi realizado na região central do Rio Grande do Sul, com semeadura em junho de 2015 e colheita no estágio de grão pastoso a farináceo. Foram utilizados um genótipo de aveia (c. Guapa) e dois de trigo (cv. Umbu e cv. TBIO Energia I), com dois níveis de adição do inoculante (S1X e S2X), com um grupo controle sem inoculante (SSI). Após sessenta dias de conservação, os silos foram abertos e foi retirada uma amostra homogênea para avaliação do pH, N-NH₃ e poder tampão. Também foi avaliada a composição química e produtividade das silagens dos cereais estudados. O delineamento foi o inteiramente casualizado com esquema fatorial 3x3. A adição do dobro da dose do inoculante bacteriano reduziu os teores de FDN_{cp} e FDA_{cp}, com maior porcentagem de CNF e NDT em comparação a silagem com o uso de 1x a dose do inoculante, sem diferenças significativas em relação ao controle. Através disso, a estimativa de ingestão de matéria seca foi maior com a adição da dose recomendada do inoculante bacteriano. O genótipo de aveia apresentou menor teor de pH comparado aos genótipos de trigo. A aveia apresentou maior produção de matéria seca por hectare. Já o trigo TBIO I apresentou maior produção de NDT por hectare. Os dois genótipos de trigo tiveram maior teor de PB, e o TBIO I melhores teores de NDT e CNF, decréscimo nos níveis de FDN_{cp} e FDA_{cp}, e consequentemente, melhor valor relativo do alimento em relação aos outros genótipos. A adição do inoculante bacteriano melhorou o processo fermentativo das silagens, e o genótipo de trigo TBIO I apresentou maior valor nutritivo.

Palavras-chave: aveia, composição química, fermentação, silagem, trigo.

CHAPTER 3 – EVALUATION OF SILAGENS OF WINTER CEREALS SUBMITTED TO DIFFERENT LEVELS OF BACTERIAL INOCULANT

Eduardo Garcia Becker¹, Julio Viégas²,

¹Student of the Graduate Program in Animal Science–UFSM, RS, Scholarship CAPES.
Email: eduardo.garciabecker@gmail.com

²PhD, Full Professor in Department of Animal Science – UFSM, RS, Brasil

Abstract

Producing high quality forage from winter grains is a major challenge. In this sense, the objective of this work was to evaluate the effects of the inclusion of an inoculant containing homo and heterofermentative bacteria on the fermentative characteristics and the nutritional value of three winter cereals in the form of silage with the addition of three levels of the bacterial inoculant TotalSilo[®]. The experiment was carried out in the central region of Rio Grande do Sul, with sowing in June 2015 and harvesting in the stage of paste to farinaceous grain. An oat genotype (cv. Guapa) and two wheat (cv. Umbu and cv. TBIO Energia I) were used, with two levels of addition of the inoculant (S1X and S2X), with a control group without inoculant (SSI). After sixty days of storage, the silos were opened and a homogeneous sample was taken for pH, N-NH₃ and buffering. The chemical composition and productivity of the cereal silages studied were also evaluated. The design was a completely randomized design with 3x3 factorial design. The addition of twice the dose of the bacterial inoculant reduced the levels of NDF_{cp} and ADF_{cp}, with a higher percentage of NFC and TDN compared to silage with the use of 1x the inoculant dose, with no significant difference in relation to the control. Through this, the estimate of dry matter intake was higher with the addition of the recommended dose of the bacterial inoculant. The oat genotype presented lower pH than wheat cultivars. Oats had higher dry matter yield per hectare. On the other hand, wheat TBIO I presented higher production of TDN per hectare. The two wheat cultivars had a higher CP content and TBIO I had better TDN and NFC contents, a decrease in the levels of NDF_{cp} and ADF_{cp} and, consequently, a better relative value of the food compared to the other cultivars. The addition of the bacterial inoculant improved the fermentation process of the silages, and the wheat genotype TBIO I presented higher nutritive value.

Key words: chemical composition, fermentation, oats, silage, wheat.

Introdução

Produzir forragem de qualidade na forma conservada, evitando perdas é um grande desafio. Perdas de matéria seca e mudanças de qualidade ocorrem naturalmente durante o processo de ensilagem, reduzindo a qualidade do produto fornecido aos animais. Atualmente produtores tem à disposição uma grande variedade de aditivos de silagem disponíveis para auxiliar na conservação da forragem.

Os aditivos para silagens se enquadram em diferentes categorias com base em seus efeitos durante o processo de conservação: os estimulantes da fermentação, os inibidores da fermentação, os inibidores da deterioração aeróbia e os nutrientes e absorventes (MCDONALD et al., 1991; KUNG JR. et al., 2003). São mais comumente usados aditivos bacterianos, contendo bactérias lácticas homofermentativas e heterofermentativas. Estas promovem a inibição de leveduras que crescem em pH baixo e consomem lactato, resultando em aumento do pH da silagem (PAHLOW et al., 2003). Uma vez que o pH aumenta, outros microrganismos de deterioração tornam-se ativos (SPOELSTRA et al., 1988).

Cereais de invernos são usados para produção de forragem na forma de pastejo e conservação, por apresentarem elevado potencial nutritivo, no entanto possuem características indesejáveis, para a conservação na forma de silagem, como o alto teor de umidade que causa perdas por efluentes, mudanças das frações proteicas e redução no consumo de matéria seca. Desta forma, o uso de inoculantes bacterianos tem como função minimizar as perdas decorrentes da ensilagem, otimizar o processo fermentativo e aumentar o valor nutritivo do alimento fornecido aos animais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do uso de diferentes doses de inoculantes bacterianos na ensilagem de cereais de inverno quanto à composição química e valor nutricional.

Material e métodos

O experimento de campo foi conduzido entre maio e outubro de 2015, pelo Grupo de Estudos de Aditivos na Produção Animal (GEAPA), em área pertencente ao Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, situada na região fisiográfica denominada Depressão Central do Rio Grande do Sul, Brasil, com altitude de 95 m, latitude 29° 43' Sul e longitude 53° 42' Oeste. O solo

da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico pertencente à unidade de mapeamento São Pedro (EMBRAPA, 1999). O clima da região é o Cfa (subtropical úmido) conforme classificação de Köppen (MORENO, 1961). Os dados de temperatura, precipitação e insolação registrados no período do experimento estão expressados abaixo.

Tabela 1. Médias de temperatura, precipitação e insolação observadas durante o período de condução do experimento e médias históricas de cinco anos.

Meses	Temperatura, °C		Precipitação, mm		Insolação, hs	
	Média Período	Média cinco anos	Média Período	Média cinco anos	Média Período	Média cinco anos
Maio	16,8	15,8	136,4	110,8	147,1	153,8
Junho	14,9	10,1	128,2	124,7	145,8	126,2
Julho	15,0	13,2	214,7	168,1	90,7	160,3
Agosto	20,1	15,2	85,2	115,7	158,1	164,1
Setembro	16,8	13,7	168,6	158,1	158,2	163,4
Outubro	18,6	16,3	428,4	171,0	138,8	193,4

Fonte: INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2018.

A área experimental total foi de 2.880 metros quadrados, dividida em 36 parcelas experimentais, com dimensões de 10m de comprimento e 8m de largura, e corredores de 1m de largura. Os tratamentos foram constituídos por uma variedade de aveia branca (*Avena sativa* L. cv. Guapa) e duas de trigo (*Triticum sativum* L. cv. BRS Umbu e cv. TBIO Energia I), em três condições de conservação (silagem sem adição de inoculante bacteriano - SSI, silagem com a adição da dose recomendada do inoculante bacteriano – S1X, e silagem com adição de duas vezes a dose recomendada do inoculante bacteriano – S2X), com quatro repetições.

O produto utilizado como inoculante bacteriano (TOTALSILO[®], TotalBiotecnologia) é composto de $1,0 \times 10^9$ UFC/ml de *Lactobacillus plantarum*, $1,0 \times 10^9$ UFC/ml de *Propionibacterium acidipropionici*, $1,0 \times 10^9$ UFC/ml de *Pediococcus acidilactici*, e $1,0 \times 10^9$ UFC/ml de *Lactobacillus buchneri*. A dose recomendada pelo fabricante é de 7,5ml do inoculante bacteriano para cada tonelada de matéria natural, diluído em água na proporção de 3 ml de inoculante bacteriano para cada 1 litro de água.

Sessenta dias antes do início do experimento foi feita a correção da acidez da área experimental, conforme a análise do solo, mediante a aplicação de calcário dolomítico, que fora incorporado por meio de escarificação do solo. Após esse procedimento e, aproximadamente, 30 dias antes do início do experimento, foi realizado o preparo do solo.

A adubação potássica e fosfórica foi realizada conforme as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004). A adubação nitrogenada foi de 150 kg/ha, sob a forma de ureia, distribuídos em 3 aplicações. A primeira aplicação foi realizada 30 dias após a semeadura e as demais a cada 25 dias. A semeadura ocorreu no dia 20 de Junho de 2015 em linhas com espaçamento de 17 cm e a densidade de semeadura foi de 350 sementes viáveis/m², para todas as espécies.

Para a elaboração das silagens a forragem de toda a área experimental foi cortada a 7 cm de altura com o uso de motossigadora, no estágio de grão pastoso a farináceo. O material coletado foi triturado em moinho forrageiro regulado para fragmentar o material em partículas com tamanho médio de 1,5 cm, e, posteriormente, compactado e hermeticamente fechado em silos experimentais de plástico de alta densidade, com capacidade aproximada de 1000 cm³. No momento anterior ao fechamento dos silos foi retirada uma amostra da forragem para determinação da capacidade tampão (PLAYNE e MCDONALD, 1966). Posteriormente foram acondicionados em local seco e fresco, sem a incidência de luz direta. A produtividade da forragem foi estimada antes dos cortes, através de cinco amostragens efetuadas com corte rente ao solo por parcela com amostragem em quadro com dimensões de 50x50 cm.

A abertura dos silos foi realizada após 60 dias da ensilagem, desprezando as porções superiores de silagem de cada silo. O material retirado foi homogeneizado e amostras foram coletadas para avaliação de pH, nitrogênio amoniacal, teor de matéria seca e avaliação nutricional. O pH foi determinado com potenciômetro digital (SILVA e QUEIROZ, 2002). Com auxílio de uma prensa, foi extraído líquido para a determinação do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) por destilação com óxido de magnésio (CHANEY e MARBACH, 1962).

Para avaliação nutricional, as amostras foram parcialmente secas em estufa com ventilação forçada de ar a 55 °C até peso constante, sendo posteriormente moída em moinho do tipo Willey em peneira com malha de 1mm e acondicionada para a realização das análises laboratoriais. As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente ácido (FDAc), lignina em detergente ácido (ácido sulfúrico), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram realizadas segundo procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002), bem como determinada a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), segundo o procedimento de dois estágios de Tilley e Terry (1963). Ressalte-se que a determinação da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas

(FDNc) não utilizou sulfato de sódio na solução em detergente neutro, sendo empregada α -amilase. Por isso, a proteína remanescente na FDNc foi subtraída após a multiplicação do fator 6,25 pelo teor do NIDN. A abreviação FDNcp expressa o teor de fibra em detergente neutro determinada com o uso de α -amilase termoestável, descontando-se a proteína insolúvel em detergente neutro e as cinzas residuais. Também foram determinadas a fibra em detergente ácido corrigida para cinzas (FDAc) e para proteína (FDAcP).

As estimativas de carboidratos não fibrosos (CNF), teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia de lactação (EL) foram calculados de acordo com o NRC (2001). A estimativa de ingestão de matéria seca em porcentagem de peso corporal (EIMS) foi realizada através da fórmula usada por Horst (2018). Enquanto o valor relativo do alimento (VRA) foi estimado através da equação sugerida por Bolsen et al. (1996).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3 (três espécies de genótipos e três tratamentos), totalizando nove tratamentos e quatro repetições em cada método de conservação. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade dos erros e à análise de variância através do procedimento GLM, e as medias foram comparadas pelo teste de Tukey, quando significativas a 5%. As análises foram conduzidas com auxílio do pacote estatístico SAS® (SAS, 1997). Para a comparação entre os tratamentos foi utilizado o seguinte modelo matemático: $Y_{ijk} = \mu + E_i + S_j + (ExS)_{ij} + P_k(ExS)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$. Nele, Y_{ijk} representa as variáveis dependentes; μ é a média de todas as observações; E_i é o efeito dos genótipos; S_j é o efeito no nível de inclusão do inoculante; $(ExS)_{ij}$ é o efeito da interação entre genótipo e nível de inclusão; $P_k(ExS)_{ij}$ é o efeito da parcela dentro da interação e corresponde ao (erro a); e ε_{ijk} corresponde ao erro experimental residual (erro b).

Resultados e discussão

Não foram observadas interações entre genótipos x níveis de inclusão do inoculante bacteriano para as variáveis estudadas. Houve diferença entre os níveis de adição do inoculante bacteriano para NIDA, MM, MO, FDNcp, FDAcp, HEMIC, porcentagem e produção de NDT, CNF, EL, EIMS, VRA e pH. Quando comparadas apenas os genótipos estudados, houve diferença em todas as variáveis, exceto para DIVMO e nitrogênio amoniacal.

Quanto aos valores de pH, a média dos valores foi de 4,38, os quais estão acima do recomendado de 3,6 até 4,2 conforme, McDonald et al. (1991). Segundo Muck (2010) a redução no pH da silagem é decorrente da produção de ácido lático, que reduz o crescimento de microrganismos anaeróbicos indesejáveis, como as enterobactérias, clostrídeos e bacilos, havendo uma melhora na conservação do material ensilado. Na silagem do genótipo de aveia houve uma redução ($P < 0,0001$) no valor de pH (4,17) em relação aos demais genótipos, o que está relacionado com um menor teor de MS no momento da ensilagem.

Os teores de MS foram superiores no genótipo de trigo TBIO I em relação ao UMBU, que por sua vez foi superior a aveia. Os teores de MS estão diretamente ligados ao estágio de desenvolvimento da forragem, e devido a isso, como o corte de todos os genótipos ocorreu no mesmo período, e o trigo TBIO I estava em estágio mais avançado de desenvolvimento, pode-se afirmar que o ciclo é mais curto em relação às demais genótipos estudados. Mesmo observando menor teor de MS da aveia em relação aos genótipos de trigo, a mesma apresentou maior ($P = 0,0011$) produção de MS por hectare. Segundo Jobim et al. (2007) os valores de eficiência na conservação da forragem ensilada são mais efetivos quando o teor de MS é mais baixo do que em materiais ensilados com MS mais alta, o que explicaria o aumento de pH nos genótipos de trigo. Os dados encontrados foram semelhantes aos identificados por Meinerz et al. (2011). Observando os teores de MS quanto as formas de inclusão do inoculante não houve diferenças ($P = 0,8428$).

O presente estudo não apresentou diferenças em relação ao N-NH₃/NT quando avaliamos a adição do inoculante ou entre os genótipos. No entanto, Oliveira et al. (2017), verificaram em meta-análise que a associação de bactérias homo e heterofermentativas na produção de silagens provoca uma redução N-NH₃, além do aumento de lactato. O poder tampão foi maior ($P = 0,0318$) na aveia em comparação ao genótipo de trigo TBIO I, este fato é decorrente da maior concentração de umidade no material ensilado. Segundo Meinerz et al. (2011), há correlação nos teores de MS e poder tampão ($r = 0,91$; $P < 0,0001$), onde encontraram maiores valores de poder tampão e menores de matéria seca nos cereais de inverno estudados, indicando maior resistência quanto a elevação de pH.

Para os teores de PB (Tabela 2) não apresentaram diferença quanto ao uso do inoculante bacteriano ($P = 0,8222$). No entanto, observa-se que os genótipos de trigo (UMBU e TBIO I) apresentaram valores superiores de PB em relação à aveia. Estes dados diferem da maioria dos estudos comparando genótipos de cereais de inverno, que não

encontram diferenças nos teores de PB entre trigo e aveia (FONTANELI et al., 2009, MEINERZ et al. 2011; 2015 e HORST et al., 2018).

Os valores de NIDA em relação ao nitrogênio total apresentaram aumento ($P < 0,0001$) quando adicionado o inoculante em relação ao tratamento convencional da silagem sem a adição do inoculante. Os resultados deste estudo são inferiores aos encontrados por Meinerz et al. (2015), que relataram valores de 11,18 e 14,53, para silagens de aveia e trigo, respectivamente. Teores mais elevados de NIDA, que não é disponível para os microrganismos ruminais, estão associados à formação de compostos de Maillard em decorrência do aumento da temperatura da forragem (EVANGELISTA et al., 2004). Observando a diferença entre os genótipos estudados, houve maiores teores de NIDA ($P = 0,0004$) e NIDN ($P = 0,0030$) no genótipo da aveia comparando com os demais genótipos de trigo. Este fato pode estar associado à maior formação de compostos de Maillard, associado aos teores menores de matéria seca.

As silagens tratadas com 2x a dose do inoculante bacteriano apresentaram valores superiores ($P = 0,0012$) de MO e menores de MM quando comparadas às demais. Dados semelhantes aos achados de Horst et al. (2018) em silagens de diferentes cereais de inverno. Boin et al. (2005) encontraram valores maiores de MM em silagens de aveia branca no estágio de grão pastoso e farináceo. Através disso, observamos que houve aumento de MO ($P < 0,0001$) e consequente redução de MM ($P < 0,0001$) do TBIO I em relação ao trigo UMBU, que por sua vez, se comportou da mesma forma em relação à aveia.

As silagens tratadas com a dose recomendada do inoculante bacteriano apresentaram maiores ($P = 0,0011$) teores de FDNcp em relação aos demais tratamentos. Os valores médios encontrados estão abaixo dos limites descritos por Van Soest (1965), que considera teores de até 55 a 60% de constituintes de parede celular como limitantes do consumo de forragem. Dados semelhantes aos de Meinerz et al. (2015), que encontraram valores de 59,87 e 56,04% de FDNcp em silagens de aveia e trigo, respectivamente. Já Fontaneli et al. (2009) relataram valores entre 58,3 a 64,6% de FDN em silagens de cereais de inverno.

Os resultados encontrados de FDAcp se comportaram de forma similar, onde no grupo S2X houve redução ($P = 0,0059$) quando comparado ao grupo S1X, mas não apresentou diferença do grupo controle. Dados igualmente encontrados por Fontaneli et al. (2009) que obtiveram valores entre 32,0 e 35,6% em diferentes cereais de inverno, porém, consideravelmente menores do que aqueles encontrados por Horst et al. (2018),

onde encontraram em média 43,7% de FDA em silagens de cereais de inverno. A FDAcp está associada à lignina, que é inversamente proporcional à digestibilidade da forragem ensilada (MEINERZ et al., 2015). De acordo com Nussio et al. (1998), forragens com valores de FDA acima de 40% provocam redução na ingestão de alimento. Na média, os menores valores de FDNcp e de FDAcp foram obtidos com o uso de 2x a dose do inoculante bacteriano, promovendo melhora na qualidade nutricional das silagens inoculadas (BARRIÈRE et al., 1997). Essa redução é devido a uma maior atividade enzimática promovida pela utilização do inoculante bacteriano. Ainda, quando avaliamos os teores de FDNcp ($P < 0,0001$) e FDAcp ($P < 0,0001$) em relação aos diferentes genótipos, observamos que houve menor teor dessas variáveis para o genótipo de trigo TBIO I. Os teores de FDN e FDA estão ligados ao estágio de maturação da planta e a proporção de grãos, onde o TBIO I mesmo em estágio mais avançado, através do ciclo mais curto, apresenta uma maior participação de grãos.

Em diversos estudos, a melhora no valor nutricional da silagem está associada a redução do teor de fibra. Schaefer et al. (1989) utilizando inoculante bacteriano composto por *Pediococcus acidilactici* na concentração de 1×10^5 UFC/g de forragem, relataram que houve redução nas concentrações de FDN e FDA em silagem de milho. Da mesma forma, Silva et al. (1997), aplicando em silagem de milho inoculantes contendo *Lactobacillus plantarum*, promoveram redução nos teores de FDN. Segundo Stokes e Chen (1994), a utilização de inoculantes bacterianos reduz de 11 a 13% a concentração de FDN, FDA e hemicelulose. No presente estudo não houve essa melhora na relação dos teores de fibra, no entanto quando avaliamos apenas os grupos com adição do inoculante bacteriano, ocorreu uma melhora no valor nutricional com o aumento da concentração do inoculante.

Tabela 2. Produtividade, composição química e valor nutritivo de silagens de aveia (cv. Guapa) e trigo (cv. BRS Umbu e cv. TBIO Energia I) com três níveis de inclusão de inoculante bacteriano.

Item	Nível			Cultivar			MÉDIA	EPM	p > f		
	SSI	S1X	S2X	GUAPA	UMBU	TBIO I			NVL	GEN	NVL*GEN
MS, Kg/ha	9257,00	9394,00	9326,00	11735,20 ^a	7352,50 ^b	8868,70 ^b	9318,81	485,71	0,9902	0,0011	0,9825
MS ¹	34,08	34,48	34,44	30,30 ^c	33,83 ^b	38,80 ^a	34,31	0,71	0,8428	<0,0001	0,7730
MM ²	6,55 ^a	6,65 ^a	5,87 ^b	7,89 ^a	6,02 ^b	5,22 ^c	6,38	0,23	0,0012	<0,0001	0,1049
MO ²	93,45 ^b	93,35 ^b	94,13 ^a	92,11 ^c	93,98 ^b	94,78 ^a	93,62	0,23	0,0012	<0,0001	0,1049
PB ²	12,09	11,70	11,99	10,36 ^b	13,16 ^a	12,32 ^a	11,95	0,31	0,8222	0,0001	0,0887
NIDN ³	9,37	9,49	9,36	11,98 ^a	8,71 ^b	7,53 ^b	9,41	0,58	0,9937	0,0030	0,5065
NIDA ³	4,38 ^b	8,84 ^a	8,68 ^a	9,57 ^a	6,04 ^b	5,40 ^b	7,01	0,66	<0,0001	0,0004	0,1543
EE ²	4,58	4,74	4,62	5,22 ^a	4,94 ^a	3,84 ^b	4,64	0,12	0,7624	<0,0001	0,1143
FDNcp ²	50,26 ^b	53,54 ^a	48,90 ^b	53,57 ^a	53,27 ^a	45,66 ^b	50,83	0,70	0,0011	<0,0001	0,6564
FDAcp ²	29,32 ^{ab}	30,09 ^a	27,64 ^b	30,71 ^a	30,23 ^a	26,20 ^b	29,04	0,41	0,0059	<0,0001	0,1160
LDA ²	3,18	3,29	2,88	2,70 ^b	3,43 ^a	3,28 ^{ab}	3,14	0,11	0,2970	0,0063	0,1763
HEM ²	21,87	23,51	21,51	22,87 ^a	23,16 ^a	20,60 ^b	22,19	0,38	0,0330	0,0019	0,0825
DIVMO ²	51,27	51,46	58,00	52,24	56,76	51,04	53,35	2,38	0,4578	0,5288	0,3217
NDT ²	68,60 ^b	67,45 ^b	70,34 ^a	68,03 ^b	68,20 ^b	70,11 ^a	68,71	0,32	<0,0001	0,0003	0,9502
CNF ²	26,51 ^{ab}	23,37 ^b	28,36 ^a	22,96 ^b	22,61 ^b	32,80 ^a	26,12	0,86	0,0056	<0,0001	0,7235

¹% matéria natural, ²% matéria seca, ³% nitrogênio total, SSI = silagem sem inoculante, S1X = silagem com 1x a dose recomendada do inoculante, S2X = silagem com 2x a dose recomendada do inoculante, GUAPA = aveia cv. *Guapa*, UMBU = trigo cv. *Umbu*, TBIO I = trigo cv. *TBIO Energia I*, EPM = erro padrão de média, NVL = nível de inclusão do inoculante, GEN = genótipos, NVL*GEN = interação entre nível de inclusão do inoculante e genótipos.

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si a 5% de probabilidade.

Em relação à hemicelulose houve redução ($P=0,0019$) no teor desta no genótipo de trigo TBIO I em relação aos demais. Não observamos diferença quando analisamos os níveis de inclusão do inoculante bacteriano. No entanto, houve aumento ($P=0,0330$) nos teores de hemicelulose na silagem de aveia com o uso do inoculante. Na média os resultados do presente estudo estão de acordo com os encontrados por Coan et al. (2001). Em trabalhos mais recentes, Leão et al. (2017) e Horst et al. (2018) encontraram valores de hemicelulose mais elevados utilizando cereais de inverno ensilados. Diversos estudos utilizando inoculantes bacterianos compostos por *Lactobacillus plantarum* em silagens de milho promoveram redução nos teores de FDN, hemicelulose e celulose em relação aos materiais in natura (HUNT et al., 1993; SANDERSON, 1993; MORAIS et al., 1996). Segundo Weinberg e Chen (2013), durante o processo de fermentação, pode haver hidrólise da hemicelulose aumentando o total de carboidratos no material ensilado. Esse processo aumenta, conseqüentemente, o valor nutricional do material conservado por um período maior (LEÃO et al., 2017). Os teores mais baixos de hemicelulose na silagem de aveia sem a inclusão do inoculante bacteriano podem ser explicados, pois até 40% desta fração é fonte adicional de substrato para o processo de fermentação (HENDERSON, 1993).

Os valores de NDT (Tabela 2) apresentaram diferença ($P<0,0001$) entre os níveis de inclusão do inoculante, sendo possível observar os maiores valores para as silagens tratadas com o dobro da dose recomendada. Com relação aos genótipos, foi observado que as silagens de trigo TBIO I apresentou os maiores ($P=0,0003$) valores de NDT. Todos os genótipos e níveis testados, atingiram teores de NDT superiores de 55%, atendendo a recomendação do NRC (2001) para ruminantes. Os valores de NDT são superiores aos encontrados em diversos estudos com silagem de milho. Cappelle et al. (2001), revisaram os teores de NDT e verificaram valores entre 55,47 e 63,87%. Outros estudos com cereais de inverno também encontraram valores menores de NDT variando entre 53,00 a 59,43% e 60,76 a 62,12 para trigo e aveia, respectivamente (MEINERZ et al., 2015; HORST et al., 2018).

Comparando os níveis do uso de inoculante é possível afirmar que os maiores valores de NDT estão relacionados aos teores mais elevados de CNF, além da menor participação de componentes não digestíveis como o NIDA. O grupo S2X apresentou uma relação entre essas variáveis (Tabela 2). Estes dados estão de acordo com Meinerz et al. (2015), que avaliaram silagem de diferentes cereais de inverno. Segundo Mertens (1997), altos teores de CNF conferem boa qualidade às forragens conservadas, pois são

compostos que favorecem o processo de fermentação, além de serem rápida e completamente digeridos pelos ruminantes. Alguns pesquisadores relataram que a inoculação de bactérias produtoras de ácido lático pode melhorar a digestibilidade da silagem (HARRISON et al., 1989). Guim et al. (1995) utilizaram inoculante bacteriano e concluíram que houve melhora na digestibilidade da MS, PB e NDT em silagens de milho com maiores teores de MS (37%), mas não houve o mesmo efeito em silagens com teores mais baixos de MS (25%). Já Woolford (1999), também relatou que há aumento na digestibilidade de silagens de gramíneas com o uso de inoculantes bacterianos. No entanto, no presente estudo não foi observada essa relação, ocorrendo apenas incrementos de NDT e CNF com o uso de inoculante.

Quando comparamos os diferentes genótipos observamos que houve maior concentração de NDT e CNF para o trigo TBIO I. Segundo Coblenz e Walgenbach (2010) há um efeito linear nas concentrações de NDT com o avanço no estágio de maturação. Desta forma, podemos afirmar que o aumento da MS no momento da ensilagem promoveu uma maior concentração de NDT e CNF nesta cultivar. Como estes valores estão ligados aos teores de FDA, o fato da maior concentração de NDT para o genótipo de TBIO I está associada a maior proporção de grãos na planta em relação ao restante da planta. Estes dados corroboram os achados de David et al. (2010) e Jobim et al. (1996), que demonstraram que em silagens de aveia e triticale, com o aumento de 26,6 para 31,9% de MS e 28,8 para 45,8% de MS, ocorre acréscimo no teor de NDT de 53,7 para 56,3% na MS e 69,9 para 72,6% na MS, respectivamente.

Conclusão

A adição do inoculante bacteriano não alterou a composição bromatológica das silagens dos genótipos estudados, devidos aos resultados apresentarem dados inconclusivos. São necessários mais estudos quanto ao uso de inoculantes bacterianos em cereais de inverno.

Analisando os genótipos estudados o trigo *TBIO Energia I* se destaca quanto ao valor nutritivo da silagem com menor teor de FDNcp, maior porcentagem de NDT e teor de CNF.

Referências bibliográficas

- BARRIÈRE, Y.; ARGILLIER, O.; MICHALET-DOREAU, B. et al. Relevant traits, genetic variation and breeding strategies in early silage maize. **Agronomie**, v.17, n.5, p.395-411, 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.
- BOLSEN, K. K.; ASHBELL, G.; & WEINBERG, Z. G. Silage fermentation and silage additives-Review. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, 9(5), 483- 494. doi: 10.5713/ajas.1996.483. 1996.
- CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(6), 1837-1856. 2001.
- CHANEY, A. L.; MARBACH, E. P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clinical Chemistry*, Danvers, v. 8, n. 2, p. 130-162, Aug. 1962.
- COAN, R. M.; et al. Composição bromatológica das silagens de forrageiras de inverno submetidas ou não ao emurchecimento e ao uso de aditivos. **ARS Veterinaria**, Jaboticabal, v. 17, n. 1, p. 58-63, 2001.
- 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.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS- NRS, 400 p. 2004.
- COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. D. C.; VALADARES, R. F. D.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; PAULINO, P. V. R.; PAIXÃO, M. L. Validação das equações do NRC (2001) para predição do valor energético de alimentos nas condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34(1), p. 280-287. 2005.
- 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.
- EMBRAPA, **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília. EMBRAPA: Rio de Janeiro. 412 p. 1999.
- EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C. et al. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.2, p. 443-44, 2004.

- FONTANELI, R. S. 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.
- GUIM, A.; ANDRADE, P.; MALHEIROS, E. B. Efeito de inoculante microbiano sobre o consumo, degradação in situ e digestibilidade aparente de silagens de milho (*Zea mays* L). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.24, n.6, p.1045-1053, nov./dez. 1995.
- HARRISON, J. H.; SODERLUND, S. D.; LONEY, K. A. Effect of inoculation rate of selected strains of lactic acid bacteria on fermentation and in vitro digestibility of grass-legume forage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.72, p.2421, 1989.
- HENDERSON, N. Silage additives. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.45, p.35-56, 1993.
- Horst, E. H. et al. Nutritional composition of pre-dried silage of different winter cereals. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, e42500, 2018.
- HUNT, C. W.; KEZAR, W.; HINMAN, D. D.; COMBS, J. J.; LOESCHE, J. A.; MOEN, T. Effect of hybrid and ensiling with and without a microbial inoculant on the nutritional characteristics of whole-plant corn. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.71, p.38-43, 1993.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Dados Meteorológicos**. Brasília – DF, 2018. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br> >. Acesso em: dezembro de 2018.
- JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, 2007.
- JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; ROSA, B. et al. Avaliação do triticale (X Triticosecale Wittimacck) para silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.25, p.405-413, 1996.
- KUNG JR. L.; STOKES M. R.; e LIN C. J. Silage additives. Pages 305–360 in *Silage Science and Technology*. D. R. Buxton, R. E. Muck, and R. E. Harrison, ed. **Amer. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Amer., Soil Sci. Soc. Amer.**, Madison, WI. 2003.
- LEÃO, G. F. M. Nutritional composition and aerobic stability of winter cereal silage at different storage times. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 39, n. 2, p. 131-136, 2017.
- McDONALD, P. J.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2nd ed. Mallow: Chalcombe Publications, p. 340 1991.
- MEINERZ, G. R. et al. Use of remaining biomass of cold season pastures for conserved forage production. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.5, p.1390 -1398, 2015.

MEINERZ, G. R.; OLIVO, C. J.; VIEGAS, J. et al. Silagem de cereais de inverno submetidos ao manejo de duplo-propósito. *Rev. Bras. Zootec.*, v.40, p.2097-2104, 2011.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1463-1481. 1997.

MORAIS, J. P. G.; BOIN, C.; CAMPOS, F. P.; FARIA, C. P.; ROCHA, M. H. M. Efeito do inoculante bacteriano em silagem de milho quanto a digestibilidade “in vivo” e fermentação. 1996. **Disponível em:** <http://www.sbz.org.br/eventos/Fortaleza/Nut_rumi/sbz576.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2018.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 41 p. 1961.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle** (7th rev. ed.). Washington, DC: National Academy Press. 2001.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: PEIXOTO, A.M.; PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J.C. et al. (Eds.) **Manejo de pastagens de tifton, coastcross e estrela**. Piracicaba: FEALQ, p.203-242, 1998.

OLIVEIRA, A. S. et al. Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.100, p.1-17, 2017.

PAHLOW, G.; MUCK R. E.; DRIEHUIS F.; OUDE ELFERINK S. J. W. H. e SPOELSTRA S. F. Microbiology of ensiling. Pages 31–93 in *Silage Science and Technology*. D. R. Buxton, R. E. Muck, and R. E. Harrison, ed. **Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am.**, Madison, WI. 2003.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. *Journal Science Food and Agriculture*, London, v. 17, n. 2, p. 264-268, Feb. 1966.

SANDERSON, M. Aerobic stability and in vitro fiber digestibility of microbially inoculated corn and sorghum silages. *Journal of Dairy Science*, Savoy, v.71, p.505-514, 1993.

SAS INSTITUTE. **SAS - Statistical analysis - user's guide: Version 6.11**. Cary, North Carolina, v.2. 1997.

SCHAEFER, D. M.; BROTZ, P. G.; ARP, S. C.; COOK, D. K. Inoculation of corn silage and high-moisture corn with lactic acid bacteria and its effect on the subsequent fermentation and on feedlot performance of beef steers. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v.25, n.1/2, p.23-38, 1989.

SILVA, A. W. L.; MACEDO, A. F.; MIGUELLUTI, D. J.; HOESCHL NETO, W. Efeito do uso de inoculante bacteriano e de diferentes proporções de grãos na massa sobre a composição bromatológica da silagem de milho. **In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**. Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: SBZ, 1997.p.170-172. 1997.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 235 p. 2002.

SPOELSTRA, S. F.; COURTAINE, M. G.; VAN BEERS, J. A. C. Acetic acid bacteria can initiate aerobic deterioration of whole crop maize silage. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v.111, p.127-132, 1988.

STOKES, M. R.; CHEN, J. Effect of an enzyme-inoculant mixture on the course of fermentation of corn silage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 77, p.3401-3409, 1994.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique of the *in vitro* digestion of forage crop. **Journal of British Grassland Society**, v.18 n.2, p.104-111, Feb. 1963.

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, n.3, p.834-844, 1965.

WEINBERG, Z. G., E CHEN, Y. Effects of storage period on the composition of whole crop wheat and corn silages. **Animal Feed Science and Technology**, 185(3), 196-200. 2013.

WOOLFORD, M. Ciência e tecnologia na produção de silagem. **Kentucky: Alltech Biotechnology Center**, 1999.

CAPITULO 4 – PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DAS GENÓTIPOS DE TRIGO SUBMETIDAS A DIFERENTES MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO COM, OU SEM, INOCULANTE BACTERIANO

Eduardo Garcia Becker¹, Julio Viégas²,

¹Aluno do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia–UFSM, RS, Bolsista CAPES.
Email: eduardo.garciabecker@gmail.com

²Doutor, Professor Titular do Departamento de Zootecnia – UFSM, RS, Brasil

Resumo

Objetivou-se com o presente estudo avaliar o perfil fermentativo, a composição química e a produtividade de silagens de genótipos de trigo em diferentes formas de conservação com ou sem o uso de inoculante bacteriano. O estudo foi conduzido na região central do Rio Grande do Sul, com semeadura em julho de 2016. Os cortes foram realizados no estágio de florescimento para a confecção da silagem pré-secada com pré-emurchecimento por seis horas. Já a confecção da silagem foi realizada no estágio de grão pastoso a farináceo. Foram utilizados dois genótipos de trigo TBIO (Energia I e II) dispostos em três grupos distintos (TBIO I, TBIO II e um MIX dos dois genótipos) com três formas de conservação (SSI-silagem sem inoculante, SCI- silagem com inoculante e PSC- silagem pré-secada). A abertura dos silos foi realizada após sessenta dias de fermentação, avaliando os parâmetros fermentativos, bromatologia e produtividade. O delineamento foi o inteiramente casualizado com esquema fatorial 3x3. A forragem quando conservada como silagem, com ou sem o inoculante, apresentou os menores valores de pH. A porcentagem de PB foi maior na silagem pré-secada, bem com a maior produção de PB por hectare. Em relação aos parâmetros nutricionais a forma de conservação como silagem obteve redução nos níveis de FDN_{cp} e FDA_{cp} com incrementos em CNF. Diante disso, a estimativa de ingestão de matéria seca e valor relativo do alimento foi maior para a silagem, independente da adição do inoculante bacteriano, em comparação à silagem pré-secada. É possível afirmar que a conservação da silagem com o inoculante bacteriano melhorou os parâmetros fermentativos. Além disso, a silagem possui maior valor nutritivo em relação à silagem pré-secada, obtendo valores nutricionais semelhantes à silagem de milho quando o corte é realizado no estágio de grão pastoso a farináceo.

Palavras-chave: bromatologia, parâmetros fermentativos, silagem pré-secada, silagem, trigo.

CHAPTER 3 – PRODUCTIVITY AND NUTRITIVE VALUE OF WHEAT CULTIVARS SUBMITTED TO DIFFERENT CONSERVATION METHODS WITH OR WITHOUT BACTERIAL INOCULANT

Eduardo Garcia Becker¹, Julio Viégas²,

¹Student of the Graduate Program in Animal Science–UFSM, RS, Scholarship CAPES.
Email: eduardo.garciabecker@gmail.com

²PhD, Full Professor in Department of Animal Science – UFSM, RS, Brasil

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the fermentative profile, chemical composition and yield of wheat cultivars silages in different conservation forms with or without the use of bacterial inoculant. The study was conducted in the central region of Rio Grande do Sul, with sowing in July 2016. The cuts were performed at the flowering stage to prepare the pre-drying with pre-wilting for six hours. On the other hand, the silage preparation was prepared at the stage of paste to farinaceous grain. Two wheat cultivars TBIO (Energy I and II) were arranged in three distinct groups (TBIO I, TBIO II and one MIX of the two cultivars) with three forms of conservation (SSI-silage without inoculant, SCI- silage with inoculant and PSC -pre-dried silage). The opening of the silos was carried out after sixty days of fermentation, evaluating the fermentative parameters, bromatology and productivity. The design was a completely randomized design with 3x3 factorial. The forage when conserved as silage, with or without the inoculant, had the lowest pH values. The percentage of PB was higher in the pre-dried silage, as well as the higher yield of PB per hectare. Regarding the nutritional parameters, the conservation form as silage obtained a reduction in the levels of NDFcp and ADFcp with increments in NFC. Therefore, the estimate of dry matter intake and relative value of food was higher for silage, independent of the addition of the bacterial inoculant, compared to pre-dried silage. It is possible to affirm that the conservation of the silage with the bacterial inoculant improved the fermentative parameters. In addition, silage has a higher nutritional value in relation to silage pre-dried, obtaining nutritional values similar to corn silage, when the cutting is carried out in the stage of dough to farinaceous.

Key words: bromatology, fermentative parameters, pre-dried, silage, wheat.

Introdução

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é umas das espécies mais cultivadas do mundo, sendo utilizada na alimentação animal na forma de grão, forragem verde, feno, duplo propósito e silagem, o que configura ser uma espécie bastante versátil em termos de uso. As plantas de trigo apresentam alto teor de proteína e digestibilidade, constituindo um alimento de grande valor nutritivo para animais de alta produção (FONTANELI et al., 2007). Sendo assim, estes cereais de inverno são de grande importância pela facilidade de cultivo na região sul do país, tornando-se uma alternativa aos períodos de escassez de forragem (FONTANELI et al., 2009, LEHMEN et al., 2014).

O valor nutritivo da silagem dos cereais de inverno geralmente é superior em proteína bruta, mas com valor energético inferior ao da silagem de milho (SCHEFFER-BASSO et al., 2003). No entanto, o valor nutritivo depende do estágio de corte havendo grande variação quanto aos genótipos dentro de uma mesma espécie (BRUCKNER e HANNA, 1990).

As formas de conservação podem ser na forma de silagem com ou sem pré-emurchamento, colhidas nos estádios de grão pastoso a massa firme e no elongamento, respectivamente (SCHEFFER-BASSO et al., 2003). A ensilagem é um processo no qual as forragens passam por um processo fermentativo, cujo objetivo é a preservação dos nutrientes (KUNG JR., 2009). Deste modo, alguns autores destacam que o uso de aditivos microbianos pode auxiliar neste processo, como por exemplo bactérias homofermentativas, heterofermentativas ou o uso das duas em conjunto.

No Brasil ainda é irrisório o uso de silagens de cereais de inverno, principalmente genótipos de trigo, contrariamente aos países da Europa que utilizam desta ferramenta como formas de otimizar aspectos produtivos através de boas formas de conservação e valor nutritivo destes alimentos (BUMBIERIS JR. et al., 2011), passando de culturas forrageiras estratégicas em períodos de escassez de alimentos, para utilização em dietas durante todo o ano (DEBAEKE e BERTRAND, 2008).

Devido aos poucos estudos avaliando os parâmetros nutricionais do trigo em diferentes formas de conservação, este trabalho tem por objetivo avaliar o valor nutritivo e produtivo de genótipos do trigo cv. Tbio Energia na forma de silagem pré-secada, e silagem, com ou sem o uso de inoculante bacteriano.

Material e métodos

O experimento foi conduzido entre maio e outubro de 2016, pelo Grupo de Estudos de Aditivos na Produção Animal (GEAPA), em área pertencente ao Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, situada na região fisiográfica denominada Depressão Central do Rio Grande do Sul, Brasil, com altitude de 95 m, latitude 29° 43' Sul e longitude 53° 42' Oeste. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico pertencente à unidade de mapeamento São Pedro (EMBRAPA, 1999) e o clima da região é o Cfa (subtropical úmido) conforme classificação de Köppen (MORENO, 1961). Os dados de temperatura, precipitação e insolação registrados no período do experimento estão expressados abaixo.

A área experimental total foi de 2.880 metros quadrados, dividida em 36 parcelas experimentais, com dimensões de 10m de comprimento e 8m de largura, e corredores de 1m de largura. Os tratamentos foram constituídos por três genótipos de trigo (*Triticum sativum* cv. TBIO Energia I, cv. TBIO Energia II e uma mistura 50:50 de cv. TBIO Energia I e II), em três condições de conservação (silagem sem adição de inoculante bacteriano, silagem com a adição da dose do inoculante bacteriano e silagem pré-secada com pré-emurchecimento), com quatro repetições.

Tabela 1. Médias de temperatura, precipitação e insolação observadas durante o período de condução do experimento e médias históricas de cinco anos.

Índice	Temperatura, °C		Precipitação, mm		Insolação, hs	
	Média Período	Média cinco anos	Média Período	Média cinco anos	Média Período	Média cinco anos
Maio	13,9	16,0	68,4	114,5	89,2	161,5
Junho	10,7	11,2	5,3	124,5	133,2	130,1
Julho	13,6	13,5	95,3	163,3	163,7	143,4
Agosto	15,6	16,4	123,2	110,8	182,7	166,5
Setembro	15,4	10,5	53,0	142,8	216,5	161,9
Outubro	19,2	16,4	376,6	246,8	192,8	176,8

Fonte: INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2018.

O produto utilizado como inoculante bacteriano (TOTALSILO[®], TotalBiotecnologia) é composto de 1,0x10⁹ UFC/ml de *Lactobacillus plantarum*, 1,0x10⁹ UFC/ml de *Propionibacterium acidipropionici*, 1,0x10⁹ UFC/ml de *Pediococcus acidilactici*, e 1,0x10⁹ UFC/ml de *Lactobacillus buchneri*. A dose recomendada pelo

fabricante é de 7,5ml do inoculante bacteriano para cada tonelada de matéria natural, diluído em água na proporção de 3 ml de inoculante bacteriano para cada 1 litro de água.

Sessenta dias antes do início do experimento foi realizada a correção da acidez da área experimental, conforme a análise do solo, mediante a aplicação de calcário dolomítico, que foi incorporado por meio de escarificação do solo. Após esse procedimento e, aproximadamente, 30 dias antes do início do experimento, foi realizado o preparo o solo. A adubação potássica e fosfórica foi realizada conforme as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004). A adubação nitrogenada foi de 150 kg/ha, sob a forma de ureia, distribuída em 3 aplicações. A primeira foi feita 30 dias após a semeadura e as demais a cada 25 dias. A semeadura foi realizada no dia 04 de Julho de 2015 em linhas com espaçamento de 17 cm e a densidade de semeadura foi de 350 sementes viáveis/m², para todas as espécies.

Para elaboração das silagens, a forragem de toda a área experimental foi cortada de 7-10 cm de altura, com o uso de motosssegadora, no ponto de grão pastoso a farináceo. Para a elaboração da silagem pré-secada, foi realizado o pré-emurchecimento ao sol por 6 horas no período de florescimento pleno da forragem. O material coletado foi triturado em moinho forrageiro regulado para fragmentar o material em partículas com tamanho médio de 1,5 cm, e, posteriormente, compactado e hermeticamente fechado em silos experimentais de plástico de alta densidade, com capacidade aproximada de 1000 cm³. No momento anterior ao fechamento dos silos foi retirada uma amostra da forragem para determinação da capacidade tampão (PLAYNE & MCDONALD, 1966).

Posteriormente, foram acondicionados em local seco e fresco, sem a incidência de luz direta. A produtividade da forragem foi estimada antes dos cortes, através de cinco amostragens efetuadas com corte rente ao solo por parcela com amostragem em quadro com dimensões de 50x50 cm. A abertura dos silos foi realizada após 60 dias da ensilagem, desprezando as porções superiores de silagem de cada silo. O material retirado foi homogeneizado e amostras foram coletadas para avaliação de pH, nitrogênio amoniacal, teor de matéria seca e composição química. O pH foi determinado com potenciômetro digital (SILVA e QUEIROZ, 2002). Com auxílio de uma prensa, foi extraído líquido para a determinação do nitrogênio amoniacal (N-NH₃), por destilação com óxido de magnésio (CHANEY e MARBACH, 1962).

Para avaliação nutricional, as amostras foram parcialmente secas em estufa com ventilação forçada de ar a 55 °C até peso constante, sendo posteriormente moída em moinho do tipo Willey em peneira com malha de 1mm e acondicionada para a realização

das análises laboratoriais. As determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente ácido (FDAc), lignina em detergente ácido (ácido sulfúrico), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram realizadas segundo procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002), bem como determinada a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), segundo o procedimento de dois estágios de Tilley & Terry (1963). Ressalte-se que a determinação da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas (FDNc) não utilizou sulfito de sódio na solução em detergente neutro, sendo empregada α -amilase. Por isso, a proteína remanescente na FDNc foi subtraída após a multiplicação do fator 6,25 pelo teor do NIDN. A abreviação FDNcp expressa o teor de fibra em detergente neutro determinada com o uso de α -amilase termoestável, descontando-se a proteína insolúvel em detergente neutro e as cinzas residuais. Também foram determinadas a fibra em detergente ácido corrigida para cinzas (FDAc) e para proteína (FDAcP).

As estimativas de carboidratos não fibrosos (CNF), teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia de lactação (EL) foram calculados de acordo com o NRC (2001). A estimativa de ingestão de matéria seca em porcentagem de peso corporal (EIMS) foi realizada através da fórmula usada por Horst et al. (2018). Enquanto o valor relativo do alimento (VRA) foi estimado através da equação sugerida por Bolsen et al. (1996).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3 (três espécies de genótipos e três formas de conservação), totalizando nove tratamentos e quatro repetições em cada método de conservação. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade dos erros e à análise de variância através do procedimento GLM, e as médias foram comparadas teste de Tukey, quando significativas a 5%. As análises foram conduzidas com auxílio do pacote estatístico SAS[®] (SAS, 1997). Para a comparação entre os tratamentos foi utilizado o seguinte modelo matemático: $Y_{ijk} = \mu + E_i + S_j + (ExS)_{ij} + P_k(ExS)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$. Nele, Y_{ijk} representa as variáveis dependentes; μ é a média de todas as observações; E_i é o efeito dos genótipos; S_j é o efeito da forma de conservação; $(ExS)_{ij}$ é o efeito da interação entre genótipo e forma de conservação; $P_k(ExS)_{ij}$ é o efeito da parcela dentro da interação e corresponde ao (erro a); e ε_{ijk} corresponde ao erro experimental residual (erro b).

Resultados e discussão

Não houve alteração nos teores de MS (Tabela 2) nos diferentes níveis de conservação ou entre os genótipos. O teor de MS afeta a qualidade fermentativa da silagem, e está relacionado com o potencial de ingestão e a eficiência de utilização dos nutrientes (McDONALD et al., 1991). A média do teor de MS foi de 30,41%, estando no limite do preconizado de 30 a 35% segundo Mühlbach (1999). Dados estes de acordo com Fontaneli et al. (2009) e David et al. (2010). A estabilização do pH na silagem é decorrente de interações entre os teores de MS, da capacidade tamponante, da concentração de carboidratos solúveis e de lactato, além das condições de anaerobiose do meio (MOISIO e HEIKONEN, 1994). Através disso, as associações entre teor de MS e pH não foram observadas neste estudo, e pode-se afirmar que o teor de MS não alterou o processo fermentativo, havendo teores de pH menores na forma de conservação como silagem em relação à silagem pré-secada, independente do uso do inoculante bacteriano.

Os valores de pH das silagens, independente do uso do aditivo bacteriano, estão de acordo conforme Kung Jr. (2003), segundo os quais, para que ocorra uma adequada fermentação, os valores de pH devem estar entre 3,7 e 4,2. Os dados do presente estudo estão de acordo com Meinerz et al. (2015), que encontraram pH para silagem de trigo de 4,09 e Leão et al. (2016), que obtiveram medias de pH em silagem de trigo de 4,01.

Em relação a produção de MO e MM, foi observada produção maior ($P < 0,0001$) e redução ($P < 0,0001$), respectivamente, na silagem com ou sem inoculante em relação à silagem pré-secada (Tabela 2). Estes dados foram igualmente relatados por Floss et al. (2007). Tal fato pode ser explicado pelo estágio de maturação, onde a concentração de MM é reduzida em estágios fisiológicos mais avançados da planta, com perda ou diluição dos nutrientes na massa total da forragem (ZAMARCHI, 2013).

Os valores observados para porcentagem de PB foram maiores ($P < 0,001$) para à silagem pré-secada em relação aos demais, onde a silagem com inoculante obteve um teor menor ($P < 0,001$) de PB diante da silagem sem inoculante (Tabela 2). Segundo Van Soest (1994), estes valores estão acima do limite preconizado de 7% de PB para que ocorra uma adequada fermentação ruminal através do crescimento microbiano. Os valores observados foram similares aos encontrados por Coan et al. (2001), que utilizaram genótipos de inverno em estádios de grão pastoso e farináceo e obtiveram teores de 10,85 e 10,45% de PB. Fontaneli et al. (2009) obtiveram teores maiores de PB (14,4%) em trigo. Já Leão et al. (2016) e Horst et al. (2018), encontraram valores de 6,7 a 9,3%, menores

em relação ao presente estudo, utilizando diferentes estádios e formas de conservação. Podemos observar também que houve um maior teor de PB ($P < 0,0001$), quando foi associado os dois genótipos de trigo (MIX) em relação aos genótipos TBIO I e TBIO II.

O maior percentual de PB na silagem pré-secada é decorrente do estágio de maturação da forragem no momento do corte, confirmando as afirmações feitas por Coblenz e Walgenbach (2010), de que com o avanço da maturação da planta ocorre decréscimo nos teores de PB. Este fato é explicado por Taiz e Zeiger (2004), onde plantas em crescimento principalmente em área foliar possuem altos teores de N nesses órgãos e com o avanço dos estádios fenológicos, ocorre aumento das partes estruturais com menor proporção de nitrogênio, e, conseqüente, declínio na produção de biomassa e diluição do nitrogênio na planta. A fixação do nitrogênio nas estruturas da parede celular (VAN SOEST, 1994) e o aumento de folhas senescentes (STANLEY et al., 1977) também explicam a redução da PB.

OS teores de PB possuem interação entre a forma de conservação e os genótipos de trigo ($P = 0,0002$). Foi possível observar que o genótipo de trigo TBIO MIX na forma de silagem pré-secada obteve o maior teor de PB (14,30%) em relação aos demais. Esse fato demonstra que o ciclo mais rápido do genótipo TBIO MIX em relação aos TBIO I e II proporciona maiores teores de proteína.

Foi observado maior teor de extrato etéreo ($P < 0,0001$) quando foi utilizada a forma de conservação com pré-emurchecimento. O aumento na concentração de EE em silagem pode ser devido à síntese microbiana, ou em consequência de efeito de diluição pela redução nos teores de MS (MUCK, 2013).

Analisando os teores de NIDN em relação do N total podemos observar, na Tabela 2, que houve um aumento ($P = 0,0074$) no grupo com inoculante em comparação ao grupo sem inoculante e à silagem pré-secada. Quanto aos valores de NIDA em relação ao N total, houve uma redução ($P < 0,0001$) no grupo silagem em relação aos demais. O NIDA, que não é aproveitado pelos animais, está relacionado à formação de compostos de Mailard, em função da elevação da temperatura nos silos (EVANGELISTA et al., 2004). Já o NIDN corresponde à fração do nitrogênio que se disponibiliza lentamente em ambiente ruminal (MEINERZ et al, 2011). Os dados encontrados no presente estudo estão de acordo com Berto e Mühlbach (1997), que relataram de 7,1 e 8,1% de NIDA; e de 9,3 e 11,7% de NIDN, em relação ao N total, em silagens de aveia com e sem emurchecimento, respectivamente. No entanto, Meinerz et al (2011), em silagens de diferentes genótipos de trigo encontraram valores de 15,54 e 12,39, de NIDA e NIDN,

respectivamente. Quando comparamos os valores de NIDA/NT e NIDN/NT, observamos que, entre os genótipos, houve menor teor ($P=0,0019$) de NIDN/NT do TBIO I em relação aos demais, e da mesma forma, redução ($P=0,0220$) de NIDA/NT do TBIO I em relação ao MIX. Através da interação encontrada entre a forma de conservação e os genótipos de trigo ($P=0,0034$), foi possível verificar que o genótipo de trigo TBIO I na forma de silagem, sem o uso do inoculante bacteriano, obteve o menor teor de NIDA (4,44%NT) em relação ao nitrogênio total.

Os teores de FDN_{cp} (Tabela 2) foram menores para a silagem sem inoculante em comparação às outras formas de conservação, visto que o uso do inoculante apresentou menor teor de FDN_{cp} em relação à silagem pré-secada ($P<0,0001$). É possível verificar que os valores médios de FDN, 58,48%, situaram-se dentro do limite preconizado por Van Soest (1965), que considera teores entre 55 a 60% de constituintes de parede celular como limitantes do consumo de forragem. Já os valores de FDA_{cp} apresentaram comportamento semelhante, onde as silagens com ou sem o uso do inoculante obtiveram valores menores ($P<0,0001$) em relação à silagem pré-secada. Dados semelhantes para FDN_{cp} foram encontrados por Meinerz et al. (2011 e 2015) para silagem de diferentes genótipos de trigo. Horst et al (2018) trabalhando com silagens com pré-emurchecimento de diferentes cereais de inverno, encontraram valores médios de 71,3% e 43,7% de FDN e FDA, respectivamente. Dados similares ao de Leão et al. (2016), que obtiveram valores de 73,2% e 38,1% de FDN e FDA em trigo ensilado em estágio de grão farináceo mole. Analisando os genótipos estudados de trigo, podemos observar teores de FDA_{cp} menores ($P=0,0046$) para o MIX em relação aos genótipos TBIO I e II.

Estudos utilizando inoculantes bacterianos obtiveram redução nos teores de FDN e FDA em torno de 11 a 13% (Stokes e Chen, 1994). No presente estudo não foi observada essa redução pelo uso do inoculante. Apesar das silagens tratadas com inoculante ter sido observados teores inferiores de FDN e FDA em relação as silagens pré-secadas, estes valores ainda foram mais elevados no contraste com a silagem sem o uso do inoculante bacteriano. Segundo Barrière et al. (1997), os menores valores de FDN_{cp} e FDA_{cp} estão associados a uma maior qualidade nutricional das silagens. O aumento nos teores de FDN_{cp} e FDA_{cp} na silagem pré-secada está associado às perdas de carboidratos solúveis, devido ao processo de fermentação e respiração durante o emurchecimento. Esta perda pode elevar a proporção de compostos estruturais, tais como, FDN, FDA e lignina (REIS et al, 2001).

Tabela 2. Produtividade, composição química e valor nutritivo de genótipos de trigo em três formas de conservação, com uso ou não de aditivos.

Item	Forma			Cultivar			MÉDIA	EPM	p > f		
	SSI	SCI	PSC	TBIO I	TBIO II	MIX			FRM	GEN	FRM*GEN
MS, Kg/ha	7103,40	7275,70	6711,00	6997,30	6906,70	7119,10	7007,70	188,4611	0,5302	0,9320	0,8279
MS ¹	30,94	31,38	29,15	31,22	30,05	29,96	30,41	0,4167	0,0543	0,2124	0,2177
MM ²	5,35 ^b	5,17 ^b	6,82 ^a	5,96	6,05	5,49	5,83	0,1887	<0,0001	0,1853	0,6635
MO ²	94,65 ^a	94,83 ^a	93,18 ^b	94,04	93,95	94,51	94,17	0,1887	<0,0001	0,1853	0,6635
PB ²	10,19 ^b	9,62 ^c	13,05 ^a	10,74 ^b	10,83 ^b	11,65 ^a	11,07	0,2111	<0,0001	<0,0001	0,0002
NIDN ³	9,14 ^b	11,54 ^a	9,14 ^b	7,95 ^b	10,29 ^a	11,14 ^a	9,79	0,4370	0,0074	0,0019	0,0770
NIDA ³	6,51 ^b	9,59 ^a	10,87 ^a	7,69 ^b	8,77 ^{ab}	10,35 ^a	8,94	0,5458	<0,0001	0,0220	0,0034
EE ²	3,26 ^b	3,35 ^b	4,91 ^a	3,88	3,85	4,11	3,94	0,1411	<0,0001	0,8302	0,6089
FDNcp ²	52,45 ^c	56,43 ^b	66,04 ^a	58,66	58,51	58,26	58,48	0,8447	<0,0001	0,7983	0,0086
FDAc ²	19,01 ^b	19,69 ^b	29,80 ^a	23,78 ^a	23,86 ^a	21,71 ^b	23,12	0,7190	<0,0001	0,0046	0,0146
LDA ²	2,28	2,17	3,16	2,64	2,75	2,32	2,54	0,1895	0,0755	0,1787	0,0798
HEM ²	30,66	32,48	35,56	31,86	34,5	32,21	32,86	1,5573	0,4272	0,8092	0,9306
DIVMO ²	69,63	69,09	67,47	67,96	67,82	70,3	68,70	0,9650	0,6222	0,4587	0,2777
NDT ²	66,15	66,91	61,49	66,02	61,14	67,64	64,86	1,4848	0,4518	0,1663	0,4304
CNF ²	30,66 ^a	25,42 ^a	9,18 ^b	21,01	23,04	19,4	21,23	1,4856	<0,0001	0,4692	0,7994

¹% matéria natural, ²% matéria seca, ³% nitrogênio total, SSI = silagem sem inoculante, SCI = silagem com inoculante, PSC = silagem pré-secada, TBIO I = cv. *TBIO Energia I*, TBIO II = cv. *TBIO Energia II*, MIX = cv. *TBIO Energia I* + cv. *TBIO Energia II*, EPM = erro padrão de média, FRM = formas de conservação, GEN = genótipos, FRM*GEN = interação entre formas de conservação e genótipos.

Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si a 5% de probabilidade.

Houve interação entre a forma de conservação e o genótipo para os teores de FDN_{Ncp} (P=0,0086) e FDA_{Cp} (P=0,0146). A concentração de FDN é a que melhor representa a fração de alimento de digestão lenta ou indigestível que ocupa espaço no trato gastrointestinal. Segundo Nussio et al. (2011), teores elevados de FDN impactam na repleção do trato gastrointestinal, diminuindo o valor nutricional do alimento, e, conseqüentemente, limitando o consumo dos animais. Berto e Mühlbach (1997), também observaram aumento nos teores de FDN e FDA quando a forragem foi submetida a períodos de desidratação, elevando os teores de MS de 15,3 para 31,2%. Esse fato ocorre em função de um maior processo respiratório sofrido durante o processo de emurchecimento. Além disso, há uma maior proporção nos carboidratos não fibrosos, na forma de grãos, nas silagens em relação a silagem pré-secada, devido ao ponto de corte respectivamente, estágio de florescimento e grão pastoso a farináceo.

Em relação às interações encontradas, foi possível observar que os menores teores na porcentagem de FDA_{Cp} foi no genótipo TBIO MIX na forma de silagem com o uso do inoculante bacteriano. Da mesma forma os menores teores encontrados para FDN_{Ncp} foram encontrados nas silagens dos genótipos de TBIO I e TBIO MIX.

Não foi observada alterações na DIVMO e NDT entre as formas de conservação e os genótipos de trigo (Tabela 2). Os valores da DIVMO são maiores que os encontrados por FLOSS et al. (2003), que observaram valores médios de 53,05% em estádios de florescimento. Fontaneli et al. (2007), avaliando silagens de trigo, aveia e centeio, registraram teores médios para DIVMO de 73,3; 59,93 e 57,0% da MS, respectivamente, nos estádios de emborrachamento, grão leitoso e grão de massa dura. Segundo Coblenz e Walgenbach (2010), há efeito linear nas concentrações de NDT com o avanço no estágio de maturação do trigo. No entanto, no presente estudo não houve diferença significativa (P=0,4518) na estimativa de NDT quanto às formas de conservação. A DIVMO e o NDT são parâmetros para expressar o valor nutritivo e energético dos alimentos e, apresentam correlação negativa com os teores de FDN, FDA e MM (VAN SOEST, 1994). Neste estudo as reduções nos teores destes componentes não foram suficientes para elevar significativamente os níveis de NDT e DIVMO. Considerando a revisão realizada por Cappelle et al. (2001), as estimativas médias de NDT (64,86%) deste estudo estão acima do limite encontrado para silagem de milho na literatura brasileira que é de 55,47 até 63,87%.

Os valores de CNF foram maiores (P<0,0001) nas formas de conservação de silagem em comparação à silagem pré-secada, independente do uso do inoculante

bacteriano. Valores estes maiores do que os encontrados por Meinerz et al. (2015), que ao verificarem duas formas de conservação, silagem e feno, com três cereais de inverno, obtiveram valores de CNF para silagem de trigo de 21,76%. Segundo Mertens (1997), níveis elevados de CNF conferem boa qualidade às forragens conservadas, pois são compostos que favorecem o processo de fermentação, além de serem rápida e completamente digeridos pelos ruminantes. Avaliando apenas os CNF, podemos determinar que a melhor forma de conservação para o trigo é a silagem, adotando como ponto de corte o estágio de grão pastoso a farináceo.

Conclusão

A conservação da forragem de trigo como silagem possui uma composição química e valor nutritivo maior que à silagem pré-secada com incrementos em energia e redução nos teores de fibra, independente do uso do inoculante bacteriano.

É possível afirmar que o ponto de corte dos genótipos de trigo TBIO no estágio de grão leitoso a farináceo promove um alimento conservado de melhor qualidade energética.

Referências bibliográficas

- BARRIÈRE, Y.; ARGILLIER, O.; MICHALET-DOREAU, B. et al. Relevant traits, genetic variation and breeding strategies in early silage maize. **Agronomie**, v.17, n.5, p.395-411, 1997.
- BERTO, J.L.; MUHLBACH, P.R.F. Silagem de aveia preta no estágio vegetativo, submetida à ação de inoculantes e ao efeito do emurchecimento. **Rev. Bras. Zootec.**, v.26, p.651-658, 1997.
- BOLSEN, K. K.; ASHBELL, G.; & WEINBERG, Z. G. Silage fermentation and silage additives-Review. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, 9(5), 483- 494. doi: 10.5713/ajas.1996.483. 1996.
- BRUCKNER, P.L.; HANNA, W.W. In vitro digestibility of fresh leaves and stems of small-grain species and genotypes. **Crop Science**, v.30, p.196-202, 1990.
- BUMBIERIS JUNIOR, V. H. et al. Perspectivas para uso de silagem de cereais de inverno no Brasil. **In: Simpósio: Produção e Utilização de Forragens Conservadas**. Maringá, p.39 -72, 2011.

CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(6), 1837-1856. 2001.

COAN, R. M.; et al. Composição bromatológica das silagens de forrageiras de inverno submetidas ou não ao emurchecimento e ao uso de aditivos. **ARS Veterinaria**, Jaboticabal, v. 17, n. 1, p. 58-63, 2001.

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.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS- NRS, 400 p. 2004.

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.

DEBAEKE, P.; e BERTRAND, M. Évaluation des impacts de la sécheresse sur le rendement des grandes cultures en France. **Cahiers Agricultures**, 17(5), p. 437-443. 2008.

EMBRAPA, **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília. EMBRAPA: Rio de Janeiro. 412 p. 1999.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C. et al. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.2, p. 443-44, 2004.

FLOSS, E.L.; BOIN, C.; PALAHANO, A.L.; et al. Efeito do estágio de maturação sobre o rendimento e valor nutritivo da aveia branca no momento da ensilagem. **Boletim Indústria Animal**, v.60, 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.; SANTOS, H. P.; MINELLA, E. Cereais de inverno de duplo propósito na alimentação animal: precocidade, rendimento de silagem e grãos e valor nutritivo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE CEVADA, 26., 2007, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 309-317. 2007.

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, p.2116-2120, 2009.

Horst, E. H. et al. Nutritional composition of pre-dried silage of different winter cereals. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, e42500, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Dados Meteorológicos**. Brasília – DF, 2018. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br> >. Acesso em: dezembro de 2018.

KUNG JR. L.; STOKES M. R.; e LIN C. J. Silage additives. Pages 305–360 in *Silage Science and Technology*. D. R. Buxton, R. E. Muck, and R. E. Harrison, ed. **Amer. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Amer., Soil Sci. Soc. Amer.**, Madison, WI. 2003.

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, **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, p.7-22. 2009.

LEÃO G. F. M.; et al. Parâmetros nutricionais e estabilidade aeróbia de silagens de cereais de inverno submetidas a diferentes regimes de corte no estágio vegetativo. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.68, n.6, p.1664-1672. 2016.

LEHMEN, R. I. et al. Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de cereais de inverno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.7, p.1180-1185, 2014.

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

MEINERZ, G. R. et al. Use of remaining biomass of cold season pastures for conserved forage production. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.5, p.1390 -1398, 2015.

MEINERZ, G. R.; OLIVO, C. J.; VIEGAS, J. et al. Silagem de cereais de inverno submetidos ao manejo de duplo-propósito. **Rev. Bras. Zootec.**, v.40, p.2097-2104, 2011.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 80(7), 1463-1481. 1997.

MOISIO, T.; HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. **Animal Feed Science and Technology**, v.47, n.1-2, p.107-124, 1994.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 41 p. 1961.

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, 346 p. 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle** (7th rev. ed.). Washington, DC: National Academy Press. 2001.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). Nutrição de ruminantes. 2.ed. Jaboticabal: Funep, p.193-238. 2011.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal Science Food and Agriculture**, London, v. 17, n. 2, p. 264-268, Feb. 1966.

REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; PEDREIRA, M. S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, p. 1-39. 2001.

SAS INSTITUTE. SAS - **Statistical analysis - user's guide: Version 6.11**. Cary, North Carolin, v.2. 1997.

SCHEFFER-BASSO, S. M. ; DÜRR, J. W. ; FONTANELI, R. S. **Valor nutritivo de forragens: concentrados, pastagens e silagens**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo – Centro de Pesquisa em Alimentação, 31p, 2003.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 235 p. 2002.

STANLEY, R.L.; BEATY, E.R.; POWEL, J.D. Forage yield and percent cell wall constituents of Pensacola bahiagrass as related do N fertilization and clipping height. **Agronomy Journal**, Madison, v.69, p.501-504, 1977.

STOKES, M. R.; CHEN, J. Effect of an enzyme-inoculant mixture on the course of fermentation of corn silage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 77, p.3401-3409, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique of the *in vitro* digestion of forage crop. **Journal of British Grassland Society**, v.18 n.2, p.104-111, Feb. 1963.

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

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, n.3, p.834-844, 1965.

ZAMARCHI, G. **Composição bromatológica de silagem de aveia submetida à adubação nitrogenada e estádios fenológicos de ensilagem**. 64p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos. 2013.

CAPITULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, a produtividade dos cereais de invernos foi satisfatória. A aveia cv. Guapa se destacou quanto à produção de matéria seca por hectare e os genótipos de trigo TBIO tiveram uma maior produção de nutrientes. Em relação às características nutritivas, o genótipo de trigo TBIO Energia I apresentou um incremento em PB, NDT, CNF e redução nos teores de FDNcp e FDAcp.

Em relação as formas de conservação, a silagem no estágio de grão pastoso a farináceo apresentou as melhores características nutricionais, com menores teores nas frações fibrosas, e com incremento nos níveis de CNF.

Logo, os genótipos de trigo TBIO na forma de silagem em estágio de grão pastoso a farináceo, possuem um alto potencial de utilização em dietas de vacas em lactação, semelhantes às silagens de culturas predominantes em dietas como o milho.