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

Weiler Giacomazza Cerutti

SILAGEM PRÉ-SECADA DE CEREAIS DE INVERNO COM OU SEM USO DE ADITIVOS

Santa Maria, RS
2018

Weiler Giacomazza Cerutti

SILAGEM PRÉ-SECADA DE CEREAIS DE INVERNO COM OU SEM USO DE ADITIVOS

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. Julio Viégas

Santa Maria, RS
2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Cerutti, Weiler
SILAGEM PRÉ-SECADA DE CEREAIS DE INVERNO COM OU SEM USO DE ADITIVOS / Weiler Cerutti.- 2018.
50 p.; 30 cm

Orientador: Julio Viégas
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, RS, 2018

1. Aditivos 2. Pré-secado 3. Cereais de inverno 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.

Weller Giacomazza Cerutti

SILAGEM PRÉ-SECADA DE CEREAIS DE INVERNO COM OU SEM USO DE ADITIVOS

Tese apresentada no 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.**

Aprovado em 27 de Agosto de 2018

Jaime Vargas, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Rogério Félix Bernardes, Dr. (UFPel) – Videoconferência

Lidiane Elay, Dr. (UFRGS)

Fernando Quadros, Dr. (UFSM)

Lucas José Mari, Dr. (LALLEMAND) – Videoconferência

Santa Maria, RS
2018

AGRADECIMENTOS

À DEUS e a Mãe, Rainha e Vencedora Três Vezes Admirável de Schoenstatt por me permitirem a ter fé nessa caminhada.

A minha esposa, Josineia Gresele Coradini, por todo o apoio, amizade, amor e compreensão durante todos os momentos que foram dedicados para esse feito.

Agradeço aos meus pais, Loreno e Benildes Cerutti, por sempre apoiarem e incentivarem a minha formação acadêmica.

A minhas irmãs, Jamile e Indyara Cerutti, pela amizade e incentivo em momentos difíceis.

Ao meu orientador Julio Viegas pelos conhecimentos transmitidos e, principalmente, por permitir que essa formação fosse simultânea com meu crescimento profissional.

Ao IFF em nome do professor Carlos Trombeta e, do amigo Alisson Minozzo da Silveira, por cederem a área para o cultivo das forrageiras. Agradeço ainda ao Alisson, por ocupar-se muitas vezes do seu tempo em prol desse estudo

Aos estagiários Robson e Gustavo e ao servidor Marcelo Seibert, por todo o esforço empregado para que esse estudo pudesse ser realizado.

Agradeço a Lallemand e a Alltech por apoiarem financeiramente esse estudo e acreditarem que tal feito fosse possível.

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

SILAGEM PRÉ-SECADA DE CEREAIS DE INVERNO COM OU SEM USO DE ADITIVOS

AUTOR: WEILER GIACOMAZZA CERUTTI
ORIENTADOR: JULIO VIÉGAS

Com o objetivo de avaliar a produtividade de áreas de forragem de aveia branca, cevada e trigo, bem como a composição nutricional, os parâmetros fermentativos e a estabilidade aeróbia da aveia branca, cevada e trigo conservadas na forma de pré secado, colhidas em dois estádios fenológicos e submetidas, ou não, ao uso de aditivo químico ou biológico, foi conduzido um experimento na região norte do Rio Grande do Sul, com semeadura em junho e colheita nos meses de agosto e setembro de 2017, momentos esses em que os cereais estavam em estádio vegetativo e reprodutivo, respectivamente. Após a colheita as forragens foram expostas ao sol, com o objetivo de alcançar de 30 a 35% de matéria seca e foram submetidos, ou não, ao uso de inoculante bacteriano enzimático e/ou ácido propiônico antes de serem enfardados, com seis camadas de filme plástico com 50% de sobreposição em fardos de aproximadamente 50 kg. Após 45 dias de conservação, amostras foram retiradas e homogeneizadas para posterior avaliação de pH e composição bromatológica. Para a avaliação da estabilidade aeróbia, 4 kg de silagem foram colocados em bandejas e transferidas para uma sala à temperatura de 24 ± 1 ^{o}C, onde a temperatura do material foi mensurado 06 vezes ao dia durante cinco dias. A aveia e a cevada apresentaram os maiores rendimentos com produtividade de 5.033 e 7.079 kg de matéria seca por hectare respectivamente, sendo superiores ao trigo que produziu 3.722 kg/ha de matéria seca. Os cereais no estádio vegetativo obtiveram menores produtividades em relação ao corte já em estádio reprodutivo 3.479 kg e 7.645 kg de matéria seca por hectare, respectivamente. Não foi possível observar diferenças para as variáveis bromatológicas, quando o inoculante bacteriano enzimático ou o ácido propiônico foi adicionado às forragens. No entanto, quando o corte foi realizado no estádio vegetativo foi possível obter pré secados com maiores percentuais de proteína, menor FDN, FDA e lignina e maiores valores de digestibilidade da FDN a 30 horas. As melhores estimativas de produção de leite por tonelada de matéria seca foram observadas para a cevada no estádio reprodutivo. A adição do inoculante, contendo bactérias homo e heterofermentativas proporcionou maiores valores de ácido lático, menores valores de pH e, menores perdas via nitrogênio amoniacal nos cereais. Já quando avaliamos a adição do ácido propiônico ficou evidenciado que o aditivo não foi capaz de melhorar os parâmetros fermentativos quando comparado ao grupo controle. O nitrogênio amoniacal sofreu influência da quantidade de água presente nos cereais, quando os cereais apresentaram baixos valores de matéria seca, maiores foram os valores de $N\text{-}NH_3$ encontrados. A variável estabilidade aeróbia não foi influenciada pela adição de aditivos ou pelo estádio fenológico. Dentre os cereais, o trigo foi que, após exposto ao ar, apresentou menor estabilidade.

Palavras-chaves: estabilidade aeróbia, estádio fenológico, parâmetros fermentativos, inoculantes biológicos.

ABSTRACT

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

WINTER CEREALS HAYLAGE WITH OR WITHOUT ADDITIVES

AUTHOR: WEILER GIACOMAZZA CERUTTI
ADVISER: JULIO VIÉGAS

Aiming to evaluate the productivity of white oat, barley and wheat, as well as their nutritional composition, fermentative parameters and aerobic stability when stored as pre-dried, harvested in two phenological stages, and, whether subjected or not to the use of biological additives, it was conducted an experiment at the north area from Rio Grande do Sul, with sowing in June and harvest between August and September of 2017; moments in which these cereals, respectively, were on vegetative and reproductive stages. After harvest, the cereals were exposed to the sun in order to achieve 30 to 35% of dry matter, and they were treated with, or without, the use of enzymatic bacterial inoculant and / or propionic acid, before being packed with six layers of plastic film, with 50% overlap in bales of approximately 50 kg. After 45 days of storage, the samples were taken and homogenized for further evaluation of pH and bromatological composition. To evaluate aerobic stability, 4 kg of silage were placed in trays and transferred into a room at a temperature of 24 ± 1ºC, where the material temperature was measured 6 times a day for 5 days. Oat and barley presented the highest yields with 5,033 and 7,079 kg of dry matter per hectare, respectively, whereas wheat produced 3.722 Kg/ha of dry matter. The cereals at vegetative stage obtained, respectively, lower yields in relation to the cut at reproductive stage, 3.479 kg and 7.645 kg dry matter per hectare. It was not possible to observe differences considering bromatological variables, when the enzymatic bacterial inoculant or the propionic acid were added to the cereals. However, when the cut was performed at the vegetative stage, it was possible to obtain pre-dried material with higher protein percentages, lower NDF, FDA and lignin, and higher NDF digestibility values at 30 hours. The best evaluations of milk production per ton of dry matter were observed for barley at the reproductive stage. The addition of inoculant containing homo and heterofermentative bacteria provided higher values of lactic acid, lower pH values and lower losses through ammoniacal nitrogen in the cereals. When we evaluated the addition of propionic acid, it was observed that the additive was not able to improve the fermentative parameters when compared to the control group. The ammoniacal nitrogen was influenced by the amount of water present in the cereals, when the cereals presented low values of dry matter, the $N\text{-}NH_3$ values were higher. The aerobic stability was not influenced by the addition of additives or by the phenological stage. Among the cereals, the wheat, after being exposed to air, was the one which presented lower stability.

Keywords: aerobic stability. Phenological stage. Fermentative parameters. Biological inoculants.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 3

Tabela 1 – Dados meteorológicos de temperatura, precipitação e insolação, ocorridas durante o período experimental.....24
Tabela 2 – Valor nutritivo de silagens de cereais de inverno cortados em diferentes estádios fenológicos com adição ou não de inoculante ou ácido propiônico.....28
Tabela 3 – Estimativa da produtividade de leite por tonelada de matéria seca por meio do Milk 2006 de silagens de cereais de inverno, colhidos em diferentes estádios fenológicos.....32
.

CAPÍTULO 4

Tabela 2 – Parâmetros fermentativos das diferentes espécies forrageiras em dois estádios fenológicos tratadas ou não com ácido propiônico ou inoculante biológico.....42

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS 10
1.1 INTRODUÇÃO 10
1.2 OBJETIVOS 11
1.2.1 Objetivo Geral 11
1.2.2 Objetivos Específicos 11
1.2.3 Hipóteses 11
CAPÍTULO 2 - ESTUDO BIBLIOGRÁFICO 12
2.1 ENSILAGEM DE CEREAIS DE INVERNO 12
2.1.1 Aveia Branca 12
2.1.2 Cevada 13
2.1.3 Trigo 14
2.2 DESIDRATAÇÃO DA FORRAGEM OU PRÉ SECAGEM 15
2.3 ESTABILIDADE AERÓBIA DA FORRAGEM APÓS A ENSILAGEM 17
2.4 ADITIVOS PARA A SILAGEM 18
2.5 INOCULANTES BACTERIANO-ENZIMÁTICOS 18
2.6 ÁCIDO PROPIÔNICO 19
CAPÍTULO 3 - PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DE CEREAIS DE INVERNO SUBMETIDOS AO PROCESSO DE SILAGEM PRÉ-SECADA E AO USO DE ADITIVOS EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS 21
INTRODUÇÃO 23
MATERIAL E MÉTODOS 23
RESULTADOS E DISCUSSÃO 26
CONCLUSÕES 32
REFERÊNCIAS BIBLIOFRÁFICAS 32
CAPÍTULO 4 - PARÂMETROS FERMENTATIVOS E ESTABILIDADE AERÓBIA DE CEREAIS DE INVERNO, SUBMETIDOS AO PROCESSO DE SILAGEM PRÉ-SECADA E AO USO DE ADITIVOS 36
INTRODUÇÃO 38
MATERIAL E MÉTODOS 38
RESULTADOS E DISCUSSÃO 41
CONCLUSÕES 45
REFERÊNCIAS BIBLIOFRÁFICAS 45
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS 48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 49

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

A diversidade climática encontrada no Brasil permite que cada região tenha suas particularidades na produção de forragem. A produção satisfatória de forragem, baseada em espécies estivais, no período de primavera/verão e, um período crítico com déficit forrageiro, em decorrência de períodos frios ou secos durante o outono/inverno, limitam o crescimento das pastagens e, consequentemente, a produtividade animal (MORAES; LUSTOSA, 1999). No entanto, a região Sul do Brasil é favorável ao cultivo de forrageiras hibernais, devido ao clima propício que se encontra, em uma faixa de temperatura entre 18 e 23 °C, característica essa, que pode elevar os índices de produtividade animal por área.

A medida que as propriedades rurais se especializam surge a necessidade dos pecuaristas em melhorar a eficácia de seus sistemas produtivos, o que traz a consequente melhoria na forma de produção e posterior conservação do alimento, quando necessário (JOBIM et al., 2007).

O principal objetivo na conservação de forragens é o de preservar o máximo possível do valor inicial nutritivo da planta para posterior utilização, seja em períodos de escassez de alimento ou em estratégias nutricionais. A ensilagem e a fenação são alternativas de conservação mais utilizadas atualmente em nosso país. Porém, é crescente o número de produtores que estão realizando silagens pré secadas, principalmente de cereais de inverno.

Entretanto, essas forragens apresentam baixas porcentagens de matéria seca e de carboidratos solúveis nos estádios de crescimento em que apresentam um bom valor nutritivo, colocando em risco o processo de conservação, devido à possibilidade de surgirem fermentações indesejáveis. Limitações dessa natureza podem ser parcialmente compensadas pelo aumento na porcentagem de matéria seca da forragem, por meio do pré-emurchecimento, antes da ensilagem, ou pela utilização de aditivos que contribuem para acelerar e direcionar a boa fermentação e melhorar a estabilidade aeróbia, como no caso dos inoculantes bacterianos, enzimas fibrolíticas, bem como ácido propiônico.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a produtividade, características nutricionais e fermentativas, bem como a estabilidade aeróbia de cereais de inverno submetidos ao processo de silagem pré-secadas e ao uso de aditivos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Comparar o rendimento da aveia, cevada e trigo, submetidos ao corte em diferentes estádios de desenvolvimento;
- Avaliar os parâmetros nutricionais das silagens pré-secadas de aveia, cevada e trigo em diferentes estádios de desenvolvimento com ou sem o uso de aditivos;
- Determinar as características fermentativas das silagens pré-secadas de aveia, cevada e trigo em diferentes estádios de desenvolvimento com ou sem o uso de aditivos;
- Determinar a estabilidade aeróbia das silagens pré-secadas de aveia, cevada e trigo em diferentes estádios de desenvolvimento com ou sem o uso de aditivos;

1.2.3 Hipóteses

- O corte em diferentes estádios de desenvolvimento da planta resulta em diferença significativa no rendimento de matéria seca por hectare.
- As características nutricionais e fermentativas dos cereais ensilados são melhoradas quando cortados nos diferentes estádios de desenvolvimento e ao serem submetidas ao uso de aditivos no momento da ensilagem.
- A adição de inoculante ou ácido propiônico interfere positivamente na estabilidade aeróbia das silagens.

CAPÍTULO 2 - ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

2.1 ENSILAGEM DE CEREAIS DE INVERNO

Diferentes cultivares de cereais de inverno têm sido utilizadas em experimentações por universidades e institutos de pesquisas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, com o intuito de validar metodologias, manejos e observar o potencial de produção de cada cultura, além das diferentes possibilidades de uso desses cereais (ROSÁRIO et al., 2012).

Essa prática de confeccionar ensilagem de cereais de inverno deve ser incentivada, principalmente pelos seguintes fatores: utilização do solo no período do inverno para produção de volumosos de qualidade; redução dos riscos de falta de volumoso por intempéries climáticas; redução da competição das áreas de verão pelo plantio de milho para silagem, permitindo que o milho seja utilizado para produção de grãos destinados à comercialização (FONTANELI & FONTANELI, 2009), bem como, para gerar um produto que pode servir como capital de giro para o produtor.

O valor nutritivo da forragem é a chave para se obter qualidade na formulação de dietas para vacas leiteiras e alcançar o melhor resultado financeiro. Silagens de cereais de inverno são geralmente colhidas a partir do estádio de grão leitoso até grão em massa mole, o que permite maximizar a produção de energia líquida de lactação (EL_l) por unidade de área. Concentrações altas de proteína são encontradas no estádio vegetativo ou no emborrachamento, com comprometimento na produção de matéria seca (MS) (SANTOS et al., 2010).

Dentre as culturas de inverno mais utilizadas para a confecção de silagem pré-secada, destacam-se a aveia preta (*Avena strigosa*), aveia branca (*Avena sativa*), cevada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum aestivum*), centeio (*Secale cereale)* e o triticale (*X Triticosecale*). Porém, a quantidade e a qualidade do material ensilado proveniente dos cereais de inverno são dependentes de diversos fatores, como a variabilidade entre as espécies, entre genótipos de mesma espécie e sua adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas (MEINERZ et al., 2011).

2.1.1 Aveia Branca

Um dos principais cereais de inverno cultivados no mundo é a aveia (*Avena* spp), juntamente com outros cereais como milho, trigo, cevada, centeio e triticale. São inúmeras as espécies desta forrageira, porém no Brasil são cultivadas apenas as aveias branca (*Avena sativa* L.) e preta (*Avena strigosa* Schreb) (BUMBIERES JUNIOR et al., 2011).

A aveia é tolerante a temperaturas mais amenas, porém próximo à época de floração e formação de grãos, temperaturas abaixo de 3ºC podem causar danos à planta e levar à esterilidade das flores. Por outro lado, plantas expostas a altas temperaturas por longos períodos de tempo tendem a acelerar seu ciclo, podendo ocorrer paralização da formação de grãos quando a planta é submetida a temperaturas acima de 32°C, aliada à baixa umidade (CASTRO et al., 2012).

Com relação à precipitação, a espécie não é muito exigente, porém necessita de chuvas em épocas críticas, como a germinação e, em maior quantidade durante o emborrachamento, floração e primeira etapa na formação dos grãos (CASTRO et al., 2012). Quando cultivada sob condições adequadas, esta cultura apresenta um bom rendimento de biomassa forrageira, porém, esta é dependente do estádio de maturação ou dias após a emergência (DAE) em que é colhida, além das características climáticas, da fertilidade do solo e adubação nitrogenada. Além disso, a forragem apresenta uma boa relação folha/colmo, além da grande produção de grãos, características de interesse para produção de uma boa silagem (MEINERZ et al., 2011).

Estudos conduzidos no Brasil demostraram que a aveia branca apresenta elevados teores de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e baixos valores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, comprovando o elevado valor nutritivo da aveia (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 estádio reprodutivo ocorre queda em sua qualidade (SÁ, 1995).

2.1.2 Cevada

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) representa um dos cereais mais utilizados no mundo, juntamente com o trigo, arroz e milho. Sua utilização para fins não cervejeiros inclui ração animal, alimentação humana e aplicações industriais. Os grãos que não alcançam a qualidade para a indústria são destinados à fabricação de ração. Como forragem, é considerada uma das gramíneas mais palatáveis aos bovinos. Outra vantagem seria sua maior tolerância a geadas

comparativamente a outros cereais de inverno. Embora tenha elevado rendimento em pastejo, sua forma de utilização mais indicada é o corte e colheita, uma vez que seu sistema radicular é bastante superficial (MORAES, 1995).

A cultura da cevada disputa espaço com as culturas do trigo, aveia e triticale, principalmente. O ciclo está em aproximadamente 130 a 150 dias, variando de acordo com a época de semeadura, região, ano e, principalmente cultivar. Na fase vegetativa, a planta se assemelha muito ao trigo e aveia. Na emergência, a cevada apresenta rapidez na germinação e grande vigor de plântulas, cobrindo o solo mais rapidamente que as demais culturas. Apresenta também ciclo mais curto e maior tolerância a geadas quando comparada ao trigo. Assim, pode ser semeada e colhida mais cedo, permitindo o estabelecimento da cultura de verão na melhor época (HORST, 2016).

A produção de silagem pré-secada de cevada vêm ganhando espaço como parte estratégica das dietas de bovinos, devido a sua alta qualidade nutricional. Segundo Rojas & Catrileo (2000), o valor nutritivo da silagem de cevada diminui de acordo com o avanço da maturidade da planta, motivado pelo aumento da percentagem de colmo. Todavia, segundo os mesmos autores, com o avanço da maturidade se ganha em produção de matéria seca, tanto por área quanto em percentagem na planta. Entretanto, esse incremento de matéria seca juntamente como incremento no teor de amido, pode gerar uma maior instabilidade aeróbia na abertura do silo.

2.1.3 Trigo

Segundo Scheeren (1986) o trigo é uma gramínea de inverno com ciclo anual, mais cultivada no mundo. Produz forragem de alto valor nuutritivo qualidade durante o outono e inverno. A inflorescência do trigo é uma espiga composta, dística, ou seja, com duas fileiras de espiguetas alternadas e opostas no ráquis. Na cultura do trigo existe grande variação em relação a densidade, forma, largura e comprimento da espiga. Cada espigueta pode possuir cerca de 3 a 9 flores, estas sempre dispostas alternadamente e presas a ráquis. Em alguns casos as flores superiores da espigueta são estéreis. O grão de trigo é chamado de cariopse, formado a partir de cada flor, é pequeno, seco e indeiscente (SCHEEREN, 1986).

O trigo pode ser considerado como uma cultura que contribui com a diversificação de áreas nas propriedades agropecuárias, já que pode ser cultivado entre os ciclos de milho e soja, ou seja, uma alternativa econômica no período de inverno. Sua utilização principal é

voltada para a alimentação humana na forma de grãos, sendo crescente o número de pecuaristas que o utilizam na alimentação animal na forma de forragem verde, feno ou silagem.

O uso do trigo, tanto para produção de grãos quanto para o pastejo dos animais é apresentado como alternativa para evitar a ociosidade das lavouras, e também prover forragem no período hibernal em toda a região sul do país. Os genótipos mais indicados apresentam período vegetativo longo, com boa produção de forragem e fase reprodutiva curta, mantendo a estabilidade produtiva em relação ao rendimento e a qualidade industrial dos grãos (WENDT et al., 2006).

2.2 DESIDRATAÇÃO DA FORRAGEM OU PRÉ-SECAGEM

Pesquisas realizadas com gramíneas demostram que ao expor o material ao sol, após o corte, há um aumento prévio no conteúdo de matéria seca (MS), elevando a qualidade do produto final. De acordo com Rodrigues et al. (2007), o emurchecimento restringe as fermentações indesejáveis dentro do silo, resultando em maior concentração de carboidratos solúveis na silagem produzida. As forrageiras, em especial as temperadas apresentam, normalmente, maior taxa de desidratação que as leguminosas, suas estruturas morfológicas não apresentam elevada resistência para perda de umidade possuem colmo fino e as lâminas foliares são resistentes à movimentação da forragem (PHILIPP & JENNINGS, 2002).

Jobim et al. (2007), afirmam que para a ensilagem de plantas forrageiras que apresentam MS inferior a 21%, os riscos de má fermentação são grandes, demandando o uso de recursos que, de alguma forma, modifiquem esta situação. Portanto, a remoção parcial de água da planta, por meio da pré-secagem, proporciona melhores condições para se alcançar boa fermentação. Pereira & Reis (2001), destacam que com intuito de uma fermentação adequada, busca-se a remoção parcial de água da planta (35 a 45% de MS), sob a pré-secagem, possibilitando condições favoráveis para o crescimento de bactérias láticas, as quais farão o pH baixar e estabilizar o material ensilado o mais rápido possível.

O processo de desidratação se inicia no momento em que a forragem é cortada e espalhada a campo para secar, onde a perda de umidade é constante e aumenta com as plantas ainda vivas. Uma vez que o caule e as folhas foram separadas das raízes, a umidade perdida não é reposta e, então, começa o murchamento. Imediatamente após o corte, os estômatos ainda estão abertos e se fecham lentamente, mecanismo natural da planta em defesa contra a

perda de umidade para o ambiente (SILVA, 2006). Estima-se que após o fechamento dos estômatos cerca de 70 a 80% da água é perdida por meio da cutícula, cuja função é prevenir a perda de compostos da planta por lixiviação, bem como proteger contra a abrasão, efeitos da geada e da radiação solar ou qualquer outro tipo de intempéries climáticas (ANDRIGUETTO et al., 2002).

Gramíneas tropicais, em sua grande maioria, quando cortadas, apresentam teor de umidade entre 80 a 85%, que se reduz rapidamente para 65%. Nessa etapa a secagem é rápida e envolve intensa perda de água, o déficit da pressão de vapor entre a forragem e o ar é alto, a perda de umidade pode chegar a 1 g/g de MS/hora. O processo deve ser controlado para que o material não exceda 45% MS, o que possivelmente irá atrapalhar no processo de fermentação, proporcionando condições favoráveis ao desenvolvimento de fungos. (SULLIVAN, 1973).

Rocha et al. (2007), relatam que a radiação solar tem sido identificada como o principal fator ambiental que influencia a desidratação de gramíneas e, consequentemente, está associada à taxa de secagem das forragens, pois além de a umidade relativa do ar precisar estar baixa, é necessário radiação solar para a evaporação da água que está no material. Assim, é de extrema importância a programação dos cortes de acordo com o clima. No entanto, como a maioria das propriedades não possuem todo o maquinário para confecção das silagens pré secadas nos momentos favoráveis dos estádios fenológicos e climatológicos, essas, ficam à mercê de terceiros que prestam serviços. Portanto não é incomum encontrar silagens pré secadas com valores nutricionais aquém da expectativa.

Estudos desenvolvidos por Berto & Mühlbach (1997), trabalhando com silagem de aveia preta, mostraram que foi necessário 26 horas de pré-murchamento à campo para elevar o teor de MS de 15,3 para 31,2%. Os mesmos autores ressaltam que quando o material permanece por mais de um dia no campo aumentam os riscos de perdas por intempéries climáticas e ainda torna a operação mais trabalhosa, onerando o processo. Eles ainda salientam que em pequena escala de produção o controle sobre o material é eficiente mas, quando se estende a produção, são maiores os riscos de perdas, por dificuldade de manejo constante ao material, seja para viragem ou recolhimento do mesmo. No entanto, é possível diminuir o tempo em que esses materiais ficam no campo, perdendo seus valores nutritivos por meio do aumento no número de “tombamentos” dos mesmos. Ao adotar esse manejo, permitimos que a água presente na gramínea se evapore mais rapidamente.

2.3 ESTABILIDADE AERÓBIA DA FORRAGEM APÓS A ENSILAGEM

O sucesso da conservação de forragens é dependente de fatores como o teor de matéria seca, quantidade de carboidratos prontamente fermentáveis e do poder tampão dos materiais escolhidos para tal fim. Esse sucesso está diretamente ligado com o desempenho animal, uma vez que o perfil fermentativo do processo de conservação vai determinar a quantidade e qualidade dos nutrientes que vão estar disponíveis para o animal. Nesse contexto, a escolha do modo de conservação e o destino dado ao produto final, estão diretamente relacionados ao tipo de cultura.

Quando o produtor decidir o modo que vai conservar a forragem que, posteriormente será utilizada para a alimentação animal, é necessário estar consciente de que o objetivo principal da conservação é reduzir a respiração celular dos vegetais e a atividade microbiana aeróbia ao longo do processo de estocagem (ROTZ & MUCK, 1994). Caso esse cenário não vier a se consolidar, as perdas em recuperação de matéria seca e de perfil nutricional da forragem serão incalculáveis. Alguns parâmetros como desenvolvimento de mofos, aquecimento, perda de matéria seca e redução da digestibilidade de nutrientes são observados quando o material está passando pelo processo de deterioração aeróbia (BOLSEN, 1995).

A deterioração aeróbia não pode ser considerada como um fator isolado que acontece no local de armazenamento da forragem, pois o desenvolvimento de microrganismos, como algumas espécies de bactérias (*Bacillus*, *Clostridium* e *Listeria*) e alguns fungos filamentosos podem influenciar nos aspectos ligados a sanidade da silagem (LINDGREN et al., 2002). A multiplicação de clostrídeos pode reduzir a qualidade do leite e de determinados tipos de queijo. O crescimento de fungos pode vir acompanhado pela produção de micotoxinas na massa. Assim, os animais que vão consumir a forragem conservada em grandes proporções durante o dia (como vacas leiteiras) podem intoxicar-se, causando efeitos indiretos ao homem, ao longo da cadeia alimentar (WHITLOW & HAGLER Jr., 1997).

Contudo, faz-se necessário mensurar as perdas do processo de conservação da forragem, através da estabilidade aeróbia do mesmo. Como definição, a estabilidade aeróbia é a resistência que a massa ensilada oferece a deterioração após ser exposta ao ar (KUNG JUNIOR & RANJIT, 2001). Outra definição de fácil entendimento foi proposta por Driehuis & Oude Elferink (2000), que definiram estabilidade aeróbia como a resistência ao aumento da temperatura da silagem no painel do silo durante a oferta aos animais no cocho.

2.4 ADITIVOS PARA SILAGEM

O processo de ensilagem é dependente da atividade de microrganismos na forragem pela combinação de ambiente anaeróbio e fermentação de açúcares por bactérias ácido láticas. Uma vez gerado o ambiente anaeróbio, a população de bactérias ácido láticas cresce rapidamente e se torna, na maioria dos casos, a população dominante na massa ensilada (MUCK, 2010).

Segundo Kung et al. (2003), algumas razões para a utilização de aditivos no processo de ensilagem compreendem: a inibição do crescimento de organismos aeróbios, especialmente aqueles associados com a deterioração aeróbia, como por exemplo, leveduras assimiladoras de lactato e *Listeria monocytogenes*; retardar o crescimento de microrganismos anaeróbios indesejáveis, como enterobactérias e clostrídeos; suprimir a atividade das enzimas proteases e deaminases, tanto das plantas como microbiana; melhorar o suprimento de substratos fermentescíveis para as bactérias ácido láticas, adicionar microrganismos benéficos para dominar a fermentação; fornecer ou liberar nutrientes para estimular o crescimento de microrganismos benéficos; melhorar a recuperação de nutrientes e matéria seca, entre outros.

2.5 INOCULANTES BACTERIANO-ENZIMÁTICOS

As principais finalidades no uso de aditivos em silagens são as de melhorar a qualidade da fermentação no silo, reduzir a perda de nutrientes, aumentar o consumo de matéria seca e melhorar o desempenho de animais (WILKINSON, 1998). A maioria dos inoculantes quando adicionados em silagens, estimulam a fermentação lática, resultando em rápida e intensiva produção de ácido lático, acelerando o declínio do pH, melhorando a preservação e minimizando as perdas (WEINBERG et al., 1995). Esses inoculantes consistem, na grande maioria, de culturas viáveis de bactérias Homo e heterofermentativoas Lactobacillus, Streptococcus e Pediococcus (MUCK, 2018).

As enzimas também são aditivos que, ao serem adicionadas com as bactérias láticas podem promover aumento na disponibilidade de substrato para bactérias produtoras de ácido lático, pela degradação de carboidratos complexos em carboidratos solúveis e também contribuem para reduzir o conteúdo de fibra da forragem (FDA e FDN) (MUCK & KUNG, 1997 e MAHANNA, 1993). As enzimas, por meio de processo de hidrólise, transformam os carboidratos estruturais em substrato fermentescível para bactérias láticas (MCDONALD et al., 1991).

Após realizar uma revisão de estudos sobre os efeitos de enzimas na composição e fermentação de silagens, Muck & Kung (1997), observaram que em 90% dos casos esses produtos foram efetivos na redução do conteúdo de fibra de silagens de gramíneas. Entretanto, a fermentação, avaliada por meio do pH, concentração de amônia e da relação ácidos lático:acético, foi alterada favoravelmente em menos de 50% dos casos. Os mesmos autores, ao avaliarem a produção animal, concluíram que o uso de enzimas apresentou efeitos positivos sobre o consumo de matéria seca, produção de leite e eficiência alimentar.

Na Europa e nos EUA os inoculantes bacterianos são os aditivos mais comumente utilizados na ensilagem de milho, gramíneas e leguminosas, que podem ser pré emurchecidas em níveis superiores a 30 % de MS (STEFANIE et al., 2000). Essa associação entre pré-emurchecimento e o uso de inoculante visa melhorar a fermentação e o valor nutritivo da silagem (MÜHLBACH, 2000). 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.

2.6 ÁCIDO PROPIÔNICO

No momento em que abrimos a silagem, seja ela em silo trincheira, superfície ou mesmo em “bolas”, o ambiente que antes era anaeróbico passa a ser aeróbico. Sob essa condição, microrganismos que permaneceram dormentes na ausência de oxigênio, multiplicam-se, resultando na deterioração da silagem. Na prática, essa deterioração é geralmente manifestada pelo aumento na temperatura e pelo aparecimento de mofos (McDONALD et al., 1991).

Podemos ter várias perdas após a abertura da silagem e em diferentes proporções, sendo que a grande diferença para pequenas ou grandes perdas está associada ao manejo em que esse silo é submetido. Assim, a extensão de deterioração do material após a abertura, está associada à estabilidade aeróbica da silagem (BALSALOBRE et al., 2001).

A deterioração aeróbica das silagens é indesejável devido a grande perda de nutrientes associada com a mesma, resultando em baixo consumo do material e até mesmo pela rejeição completa da silagem pelos animais.

Nos primeiros estágios de deterioração, os conteúdos de fibra, proteína bruta e cinzas não são afetados, apesar da tendência de elevação no teor de matéria seca. Já nos estádios

avançados, a fibra e algumas vezes a proteína, se decompõem. Os dois principais microrganismos responsáveis pela deterioração aeróbica são as leveduras e os fungos. Esses microrganismos estão presentes na própria silagem, ou seja, não se trata de invasores após a exposição ao ar (MCDONALD et al., 1991).

Algumas silagens bem fermentadas, confeccionadas com inoculante e com altos níveis de ácido lático e açúcares remanescentes, parecem contrariamente estar sujeitas a rápida deterioração aeróbica. O aumento no conteúdo de ácido acético após a inoculação da forragem com *Lactobacillus buchneri* tem melhorado a estabilidade aeróbica das silagens (DRIEHUIS et al., 1999).

Os ácidos acético e propiônico são melhores inibidores do crescimento das leveduras em comparação ao ácido lático, e as misturas de ácido lático, propiônico ou acético têm um efeito inibitório sinergístico (MOON, 1983). O ácido propiônico inibe a atividade aeróbica nas silagens, sendo utilizado como aditivo na prevenção da deterioração aeróbica das silagens (MCDONALD et al., 1991). Esse ácido tem sido bastante utilizado com o intuito de preservar feno enfardado com alta umidade (72 a 80% de MS). Aplicações de 10 a 20 L por tonelada de feno têm reduzido o crescimento de fungos, consequentemente reduzindo o aquecimento de feno contendo alta umidade (ROTZ et al., 1992).

Geralmente, o uso desse ácido causa redução no conteúdo de FDA e NIDA, devido à redução do aquecimento da massa. Em função do ácido propiônico ser bastante corrosivo, foram desenvolvidos produtos tamponados, obtidos pela mistura do ácido propiônico com amônia ou outro composto químico compatível para aumentar o pH do produto e, consequentemente, reduzir a corrosão. Essas misturas são eficientes quando aplicadas em dosagem semelhantes às recomendadas de ácido propiônico (10 a 20 L por tonelada de feno), mas são ineficientes quando aplicadas em taxas inferiores a 5 L por tonelada de feno (ROTZ et al., 1992).

CAPÍTULO 3 - PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DE CEREAIS DE INVERNO SUBMETIDOS AO PROCESSO DE SILAGEM PRÉ-SECADA E AO USO DE ADITIVOS EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

Weiler Giacomazza Cerutti[1], Julio Viégas[2],

[1]Aluno do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia–UFSM, RS. Email: weiler_cerutti@yahoo.com.br
[2]Doutor, Professor Associado do Departamento de Zootecnia – UFSM, RS, Brasil

Resumo: Objetivou-se com o presente estudo, avaliar a produtividade e a composição nutricional da aveia branca da cevada e do trigo, conservadas na forma de pré secado, colhidas em dois estádios fenológicos e submetidas ou não ao uso de aditivos. O experimento foi realizado na região Norte do Rio Grande do Sul, com semeadura dos cereais em junho e colheita nos meses de agosto e setembro de 2017, momentos esses em que as culturas estavam nos estádios vegetativo e reprodutivo, respectivamente. Após a colheita, os cereais foram expostos ao sol, com o objetivo de alcançar 30 a 35% de matéria seca e submetidos ou não ao uso de inoculante bacteriano enzimático ou ácido propiônico antes de serem enfardados, com seis camadas de filme plástico com 50% de sobreposição, em fardos de aproximadamente 50 kg. Após 45 dias de conservação, as amostras dos fardos foram enviadas ao laboratório para análise bromatológica. Os maiores rendimentos foram observados na aveia e na cevada, com produtividade de 5.033 kg e 7.079 kg de matéria seca por hectare respectivamente, portanto foram superiores ao trigo (3.722 kg de MS/ha). Ao comparar os cereais nos diferentes estádios fenológicos, foi possível observar que quando submetidos ao corte na fase vegetativa obtiveram menores produtividades em relação ao corte já em estádio reprodutivo 3.479 kg e 7.645 kg de matéria seca por hectare, respectivamente. Quando o inoculante bacteriano enzimátivo ou o ácido propiônico foi adicionado nos cereais, não foi possível observar diferenças para as variáveis bromatológicas. No entanto, quando o corte foi realizado no estádio vegetativo, os melhores percentuais de proteína, menor FDN, FDA e liginina e maiores valores de digestibilidade da FDN após 30 horas de incubação foi observado nos pré secados. Por fim, as melhores estimativas de produção de leite por tonelada de matéria seca foram observadas na cevada. Em relação ao estádio de desenvolvimento do cereal, fazer a silagem pré secada em estádio de grão pastoso, garante maiores produtividades de leite.

Palavras chaves: ácido propiônico, inoculante bacteriano enzimático, qualidade de silagens.

CHAPTER 3 - DRY MATTER YIELD AND NUTRITIVE VALUE OF WINTER CEREALS CROPS IN DIFFERENTE PHENOLOGICAL STAGES AND THEIR PRODUCTION OF HAYLAGE ACCORDING TO DIFFERENT ADDITIVES

Weiler Giacomazza Cerutti[1], Julio Viégas[2],

[1]Animal Scientist D.Sc. Graduate Candidate – UFSM, RS, Brazil. Email: weiler_cerutti@yahoo.com.br
[2]PhD, Associate Professor, Department of Animal Science – UFSM, RS, Brazil.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the productivity and nutritional composition of white oat, barley and wheat preserved as pre-dried, harvested at two phenological stages and submitted, or not, to the use of biological additives. The experiment was conducted at the north region from Rio Grande do Sul, with cereal sowing in June and harvest between August and September of 2017, by the time crops were, respectively, on vegetative and reproductive stages. After harvest, the cereals were exposed to the sun aiming to reach 30 to 35% of dry matter; and, they were submitted to the usage, or not, of enzymatic bacterial inoculant and / or propionic acid, before being packed with six layers of plastic film, with 50% overlap in bales of approximately 50 kg. After 45 days of storage, the samples of the bales were sent to the laboratory for bromatological analysis. Oat and barley presented the highest yields with 5,033 kg and 7,079 kg of dry matter per hectare, respectively, overcoming wheat, which produced 3.722 Kg/ha of dry matter. Comparing the cereals between different phenological stages, it was possible to observe that when they were submitted to the cut at the vegetative phase, they obtained smaller yields in relation to the cut at the reproductive stage, 3.479 Kg and 7.645 Kg of dry matter per hectare, respectively. It was not possible to observe differences for bromatological variables, when the enzymatic bacterial inoculant or the propionic acid were added in the cereals. However, when the cut was performed at the vegetative stage, the best protein percentages, lower NDF, FDA and lignin and higher NDF digestibility values were observed after 30 hours. Finally, the best evaluations of milk production per ton of dry matter were found for barley. Regarding to the cereal development stage, making pre-dried silage on a pasty grain stage ensures greater milk yields.

Keywords: propionic acid. Enzymatic bacterial inoculant. Silage quality.

INTRODUÇÃO

Existem diferentes formas de se conservar forragens para a utilização em dietas de animais de produção. As mais utilizadas, são as silagens, caracterizadas por teores de matéria seca variando entre 30 e 40%, e os fenos, alimentos mais secos, com teores acima de 80% de matéria seca e isentos de processo fermentativo. A terceira forma de conservação, menos utilizada quando comparada as outras duas, são as silagens pré-secadas, caracterizadas por teores de matéria seca intermediários aos dois primeiros (BERNARDES et al., 2014).

A silagem pré-secada caracteriza-se por um período de desidratação da forragem a campo após o seu corte, com a remoção parcial de água da planta, por meio do seu emurchecimento. Tem como finalidade restringir a extensão da fermentação durante o processo de conservação e reduzir a incidência de fermentações secundárias indesejáveis, sendo que, após atingir níveis ideais de umidade, a forragem é ensilada em ambiente anaeróbio afim de criar condições para uma perfeita fermentação lática (BRAGACHINI et al., 2008) o que levará à conservação do material recolhido no campo.

Na região Sul do Brasil predomina o clima subtropical, o que possibilita o uso de cereais de inverno para gerar a produção de forragem, visando a alimentação de ruminantes, pois estes materiais aliam bom potencial de produção de matéria seca e qualidade nutricional (ROSÁRIO et al., 2012). Dentre as culturas de inverno mais utilizadas para a produção de silagem pré-secada destacam-se a aveia preta (*Avena strigosa*), a aveia branca (*Avena sativa*), a cevada (*Hordeum vulgare*), o trigo (*Triticum aestivum*), o centeio (*Secale cereale)* e o triticale (*X Triticosecale*).

Diante disso, objetivou-se com o presente estudo, avaliar a produtividade e a composição nutricional da aveia, da cevada e do trigo, conservadas na forma de pré secado, colhidas em dois estádios fenológicos e submetidas ou não ao uso de aditivos biológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de abril a dezembro 2017, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, campus de Frederico Westphalen, localizado na região fisiográfica denominada Alto Uruguai, com altitude de 480 m, latitude 27° 23’ Sul e longitude 53° 25’ Oeste. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é Cfa, do tipo clima subtropical úmido, sendo a temperatura média anual de 18,8 °C e temperatura média do mês mais frio de 13,3 °C.

Vinte dias antes do início do experimento foi realizado o preparo da área experimental, mediante dessecação e gradagens, oportunidade em que o solo foi amostrado. A adubação potássica e fosfórica foi realizada conforme as recomendações do Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016), para isso foram utilizados 90Kg/ha de fósforo e 20Kg/ha de potássio. A adubação nitrogenada foi de 80 Kg/ha, sob a forma de ureia, distribuída em três aplicações. A primeira foi realizada 30 dias após a semeadura e as demais a cada 25 dias. A semeadura foi realizada em linhas com espaçamento de 17 cm e três cm de profundidade. A densidade de semeadura foi realizada buscando-se 450 plantas por m^2 de aveia branca, 307 plantas por m^2 de cevada e 400 plantas por m^2 de trigo.

Tabela 1 – Dados meteorológicos de temperatura, precipitação e insolação, ocorridas durante o período experimental.

	Temperatura (C°)		Precipitação (mm)		Umidade do ar (%)	
Meses	Média ocorrida	Média cinco anos	Média ocorrida	Média cinco anos	Média ocorrida	Média cinco anos
Junho	15,10	13,90	232,80	181,48	82,00	82,80
Julho	15,60	14,30	15,80	170,44	67,00	78,60
Agosto	17,30	17,20	244,80	124,00	70,00	70,60
Setembro	21,30	17,88	95,20	150,28	68,00	71,60

Fonte: INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2017. Localização da estação meteorológica: Latitude 27°23'44" Sul, Longitude 53°24'46" Oeste.

A área experimental total foi de 5.500 m^2, dividida em 54 parcelas experimentais, com dimensões de 10 m de comprimento, 9 m de largura e corredores de 1 m de largura. Os cultivares de aveia (cv. URS Taura), de cevada (cv. BRS Cauê) e de trigo (cv. TBIO Energia I) foram colhidos no dia 25 de agosto de 2017 (considerado estádio vegetativo) e no dia 19 de setembro de 2017 (considerado estádio reprodutivo), quando as forrageiras apresentavam 73 e 98 dias após a semeadura, respectivamente.

A forragem colhida (10 cm de altura) foi submetida aos seguintes tratamentos: 1) forragem não tratada (Controle); 2) forragem tratada com inoculante LALSIL® DRY (*Lactobacillus buchneri NCIMB 40788 – 7,5 * 10^{10} UFC/g; Pediococcus acidilactici CNCM MA 18/5M 5 * 10^{10} UFC/g;* Beta-glucanase de *Aspergillus niger MUCL 39199 – 5750 UI/g; Xylanase de Trichoderma longibrachiatum MUCL 39203 – 3000 UI/g*); 3) forragem tratada com produto a base de ácido propiônico (MOLD-ZAP® - ALLTECH – 55% ácido propiônico e 12% hidróxido de amônia)**,** sendo que cada tratamento continha três repetições. Os aditivos

foram aplicados à forragem durante o seu recolhimento, na forma de solução aquosa, por meio de pulverizador manual, buscando-se distribuição uniforme na massa de forragem.

A produtividade das forrageiras foi estimada antes dos cortes, por meio de três amostragens efetuadas com corte à 10 cm de altura do solo por parcela com amostragem em quadro com dimensões de 50 cm x 50 cm.

As forragens foram ceifadas, com uma segadora equipada com condicionador de rolos de metal. O material foi submetido à pré-murcha visando obter em torno de 35% de matéria seca (MS). Após, o material foi enfardado, com seis camadas de filme plástico com 50% de sobreposição em fardos de aproximadamente 50 kg.

Todos os fardos de pré secado foram amostrados após 45 dias de ensilagem, com o objetivo de proporcionar o mesmo tempo de fermentação, empregando-se um amostrador do tipo "probe" (50 cm de comprimento x 4,8 cm de diâmetro). O material retirado foi homogeneizado e as amostras foram enviadas ao laboratório para realizar a composição nutricional.

Para avaliação bromatológica, as amostras foram secas em estufa com ventilação de ar forçado a 60ºC, por 12 horas, sendo posteriormente moídas em moinho do tipo Willey em peneira com malha de 1 mm. Após, foram analisadas em equipamento Foss NIR 5000, conforme manual do usuário. A calibração para estimativa das variáveis de qualidade nutricional, foi desenvolvida pelo Dairy One Forage Lab (Ithaca, NHY, EUA) e validada com lote de amostras independentes e de diversas localidades do Brasil pela ESALQLab/USP.

Para a variável produtividade, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 x 2 (3 espécies forrageiras e 2 estádios fenológicos do pasto), com 3 repetições. Para as variáveis bromatológicas, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 x 3 x 2 (3 espécies forrageiras, 3 aditivos e 2 estádios fenológicos do pasto), com 3 repetições. Após teste de normalidade, os dados foram analisados por análise de variância. A análise estatística considerou as espécies forrageiras, aditivos, os estádios fenológicos do pasto e suas interações como efeitos fixos e, as repetições e o resíduo como efeitos aleatórios, utilizando o procedimento MIXED do SAS®. As médias foram comparadas utilizando o recurso *lsmeans* e as interações desdobradas quando significativas a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença quanto ao rendimento entre os cereais avaliados e entre os estádios fenológicos. A aveia e a cevada apresentaram os maiores rendimentos, com produtividade de 5.033 kg e 7.079 kg de matéria seca (MS) por hectare (ha), respectivamente, ($p < 0,0001$) enquanto o trigo produziu 3.722 kg de MS/ha. Ao comparar-se os estádios fenológicos pode-se observar que os cereais quando submetidos ao corte na fase vegetativa obtiveram menores ($p = 0,0009$) produtividades em relação ao corte já em estádio reprodutivo 3.479 kg e 7.645 kg de MS/ha, respectivamente.

Produções semelhantes para trigo, porém distintos para cevada e aveia foram encontrados por Fontaneli et al. (2009), que ao estudarem 14 variedades de forrageiras de inverno destinadas à produção de silagem, cortadas em estádio de grão em massa mole (30 a 35% de MS), obtiveram valores médios para as aveias (UPF 18, IPFA e Agro Zebu) de 6.011 kg de MS/ha, para as cevadas (BRS 195, 224 e 225) de 4.099 kg de MS/ha, para os trigos (BRS Figueira, Umbu e 277) de 5.096 kg de MS/ha. Já Lehmen et al. (2014), estudando silagens de cereais de inverno, cortados em estádio de grão pastoso (30 a 35% MS), obtiveram dados de produtividade semelhante aos do presente estudo para a mesma cultivar de cevada (BRS cauê) que foi de 6.500 kg de MS/ha, porém, superiores para as aveias brancas (URS 21 e URS Guapa) de 9.055 kg de MS/ha e praticamente três vezes a produtividade para os trigos (BRS Umbu e Tarumã) com 9.812 kg de MS/ha.

A diferença em produtividade entre os estádios fenológicos já era esperada, visto que, à medida que a planta avança em seu ciclo, maior é a deposição de MS e maior é a produção de fitomassa (BECKER et al., 2009). No entanto, esperávamos maior produtividade dos três materiais estudados pois, como visto nas colocações anteriores, as produtividades médias ficaram aquém das encontrados em outros estudos na região Sul do Brasil. Esse fato pode ser explicado pela estiagem que ocorreu no período de experimento quando comparado à média de cinco anos (Tabela 1), principalmente para o mês de julho, quando choveu menos de 10% da média histórica, fato que comprometeu parte do desenvolvimento das forrageiras, resultando em menor produtividade por hectare.

Não foram observadas interações entre espécie forrageira x estádio fenológico, espécie forrageira x aditivo e, aditivo x estádio fenológico, bem como para espécie forrageira x aditivo x estádio fenológico para matéria seca (MS), estrato etéreo (EE), fibra em detergente neturo (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, nutrientes digestíveis totais (NDT).

Existe muita discussão acerca do estádio fenológico dos cereais de inverno para ensilagem, mas é sabido que a maturidade afeta a produção de MS, a participação dos componentes da forrageira e, consequentemente, altera o valor nutritivo dos materiais (OLIVEIRA, 2014). Foi possível verificar que houve diferença ($p < 0,0001$) no percentual de matéria seca entre os estádios fenológicos, sendo menor para as forrageiras quando colhidas em estádio vegetativo, em comparação as colhidas no estádio reprodutivo.

Essa diferença pode ser explicada de duas maneiras. Primeiramente, acreditava-se que mantendo os cereais expostos ao sol por um período de seis a oito horas para a pré-secagem se conseguiria chegar ao percentual de MS proposto por Woolford & Pahlow (1998), que sugeriram que os materiais devem atingir pelo menos 30% de matéria seca para que sejam ensilados. No entanto, a radiação solar no dia da ensilagem dos cereais em estádio vegetativo não era intensa, fazendo com que os mesmos não perdessem a quantidade de água desejada. Outra explicação pode ser devido ao aumento no teor de MS da planta gerado pelo aumento da participação de grãos na forragem destinada à silagem, conforme Crovetto et al. (1998) e Weinberg et al. (2010). Sendo assim ao observar a Tabela 2, é possível verificar que os dados desse estudo corroboram com as evidencias dos autores supracitados, pois o amido foi superior ($p < 0,0001$) no estádio reprodutivo, demostrando a grande participação de grãos no momento da ensilagem desses materiais.

Ao analisar o percentual de PB entre os diferentes cereais e aditivos testados, não foi possível verificar diferença entre os mesmos ($p = 0,8232$), valores esses que estão de acordo com a literatura. Cecato et al. (2001), avaliando genótipos de aveia submetidos a dois cortes no norte do estado do Paraná, observaram valores médios entre 15,94 e 19,66% de PB. Já, Hastenpflug (2009), avaliando genótipos de trigo submetidos a dois cortes no sudoeste do Paraná, observou valores médios entre 20,12 e 25,09% de PB. Para a cevada, Leão (2016), ao estudar o corte de cereais de inverno no estado do Paraná, observou média de 25,6% de PB no primeiro corte vegetativo (com 48 dias após o plantio) e 20,7% de PB no segundo corte vegetativo (com 68 dias após o plantio).

Tabela 2 – Valor nutritivo de silagens de cereais de inverno cortados em diferentes estádios fenológicos com adição ou não de inoculante ou ácido propiônico.

Variáveis	Espécies forrageiras			Estádios		Aditivos			EPM	Interações		
	Aveia	Cevada	Trigo	VEG	REP	CONT	INOC	PROP		ESP*EST	ADT*ESP	ADT*EST
MS (% MS)	28,08[c]	32,50[b]	35,57[a]	25,84[b]	38,26[a]	30,09[b]	31,27[b]	34,79[a]	0,63	0,0696	0,5006	0,1331
Amido (% MS)	1,99	2,92	1,64	0,27[b]	4,05[a]	1,80	2,24	2,54	0,39	-	-	-
PB (% MS)	18,96	20,07	19,69	24,51[a]	14,81[b]	21,07	18,78	18,82	0,92	-	-	-
FDN (% MS)	59,95	58,24	57,62	54,68[b]	62,53[a]	58,00[b]	58,74[ab]	59,08[a]	0,55	0,3480	0,7131	0,7963
FDA (% MS)	37,74[a]	33,60[b]	33,66[b]	32,09[b]	37,91[a]	34,82	35,04	35,14	0,52	0,1425	0,1928	0,5384
Lignina (% MS)	4,71[a]	3,85[b]	3,63[b]	3,35[b]	4,78[a]	4,12	3,76	4,32	0,15	0,2703	0,1559	0,9613
CNF (% MS)	9,69[b]	11,34[ab]	12,44[a]	8,92[b]	13,39[a]	10,08	11,78	11,62	0,54	0,5099	0,0023	0,7180
EE (% MS)	4,46[a]	4,04[b]	3,81[b]	4,60[a]	3,61[b]	4,25	4,04	4,01	0,11	0,1070	0,0721	0,2994
NDT (% MS)	59,56[b]	61,50[a]	62,22[a]	62,59[a]	59,59[b]	60,89	61,78	60,61	0,57	0,2909	0,3261	0,8175
DFDN_30h (% FDN)	66,83[b]	72,17[a]	73,44[a]	77,30[a]	64,33[b]	70,78	69,55	72,11	0,73	0,0222	0,7641	0,1889
LEITE[1]	1.849[b]	1.921[a]	1.935[a]	1.975[a]	1.829[b]	1.899	1.891	1.915	15,66	0,6397	0,6143	0,5867

VEG= vegetativo, REP= reprodutivo, CONT= sem aditivo, INOC= inoculante, PROP= ácido propiônico, EPM= erro padrão da média, ESP= espécie, EST= estádio, ADT= aditivo, MS= matéria seca, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, EE=extrato etéreo, NDT= nutrientes digestíveis totais,CNF= carboidratos não fibrosos, DFDN_30= digestibilidade do FDN a 30 horas de incubação. [1]Estimativa da produção de leite por tonelada de matéria seca por meio do modelo Milk 2006 (Shaver et al, 2006).

No entanto, o percentual de PB foi maior no estádio vegetativo quando comparado ao reprodutivo ($p < 0,0001$), confirmando as afirmações feitas por Coblentz & Walgenbach (2010) de que com o avanço no estádio de maturação fisiológica de cereais de inverno, ocorre decréscimo nos teores de PB. Esse fato é explicado segundo Taiz & Zeiger (2004), que 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, consequente, 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.

Ao analisar os teores de FDN (Tabela 2), podemos observar que não houve diferença ($p = 0,36$) entre as espécies de forrageiras testadas. Quando se compara os estádios fenológicos do pasto, foram observadas diferenças ($p = 0,008$), sendo os maiores valores encontrados nos materiais submetidos ao corte em estádio reprodutivo, quando comparado ao corte em estádio vegetativo, resultados esses que corroboram com as colocações de Taiz & Zeiger (2004), citadas anteriormente. Ainda, é possível verificar que os valores médios de FDN das três espécies forrageiras testadas, situaram-se próximos ao limite descrito por Van Soest (1965), que considera teores acima de 55-60% de constituintes de parede celular como limitantes do consumo de forragem.

Quanto aos teores de FDA (Tabela 2) foi observado o mesmo comportamento da FDN em relação aos estádios fenológicos, ou seja, com o avanço na maturação da planta observaram-se teores superiores ($p < 0,0001$) de FDA para o estádio reprodutivo quando comparado ao corte em estádio vegetativo. Os resultados encontrados nesse estudo são similares aos encontrados por Fontanelli et al. (2009), que ao avaliarem três variedades de aveia, duas de centeio, três de cevada, três de triticale e três de trigo observaram teor médio para FDA de 35,2%. Esses resultados também corroboram com Lehmen et al. (2014), que ao avaliarem o valor nutritivo de silagens de cereais de inverno (doze genótipos de gramíneas) e encontraram teor médio de 35,5% para FDA.

De acordo com Nussio et al. (1998), forragens com valores de FDA em torno de 40% ou mais, acarretam redução no consumo, além de apresentarem baixa digestibilidade, pois esse parâmetro representa as frações celulose e lignina, sendo a lignina a fração não digestível da planta, mas que dá resistência ao caule. Tais afirmações corroboram com os dados

encontrados no presente estudo, pois quando observamos os teores de FDA da aveia podemos concluir que são maiores ($p < 0,0001$) quando comparados aos da cevada e trigo, e isso pode ser explicado pelo maior ($p = 0,0002$) percentual de lignina encontrado nessa forrageira em relação às outras duas. Essas afirmações se tornam ainda mais evidentes, quando observamos menores ($p < 0,0001$) valores de lignina no estádio vegetativo em relação ao reprodutivo, impactando nos valores de FDA conforme o estádio de maturação avança, como discutido anteriormente.

O FDN é composto por FDA e a fração hemicelulose, sendo assim, o que explica a menor DFDN_30h em estádios mais avançados de maturação das plantas, pois como visto anteriormente os teores de FDA foram maiores nesses estádios. Grant et al. (1995) e Dado & Allen (1996), alimentaram vacas em lactação com silagens contendo similar conteúdo de FDN e de proteína bruta (PB), e com diferente digestibilidade da FDN e observaram maiores consumos de matéria seca e produção de leite para as vacas que consumiram silagens com maiores coeficientes de digestibilidade.

Ao avaliar os valores de NDT (Tabela 2) é possível constatar que houve diferença entre os cereais avaliados ($p = 0,005$) sendo que, os maiores valores foram observados para cevada e trigo em relação à aveia. Esse resultado pode ser explicado pela menor ($p < 0,0002$) participação de compostos indigestíveis (lignina e FDA) tanto na cevada, quanto no trigo em comparação à aveia, o que resulta em maior ($p = 0,005$) participação de CNF na cevada e trigo, quando comparados à aveia. Esses resultados corroboram com aqueles encontrados por Meinerz et al. (2015) que ao avaliarem silagem e feno provenientes de pastagens de estação fria, encontraram maior valor de NDT em silagens, resultados esses devidos aos maiores teores de CNF encontrados nesses materiais.

No entanto, quando se comparam os valores de CNF entre os estádios fenológicos, é possível verificar que mesmo havendo maiores valores ($p < 0,0001$) para os cereais em estádio reprodutivo em relação ao vegetativo, os valores de NDT não apresentaram o mesmo comportamento quando analisamos os cereais entre si, ou seja, são menores ($p < 0,0001$) no estádio reprodutivo em relação ao vegetativo. A explicação para haver maiores valores de CNF no estádio reprodutivo se dá pela maior ($p < 0,0001$) participação de amido em comparação aos cereais ensilados em estádio vegetativo. O NDT apresentou menores valores no estádio reprodutivo, devido a maior presença de lignina no momento do corte e ensilagem.

Segundo Mertens (1987), 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. No entanto, se avaliado somente CNF como fator isolado para determinar qual foi o melhor ponto de corte para as forrageiras, poderia se concluir que nas condições do presente estudo, o melhor estádio fenológico seria o reprodutivo. Todavia, poderia ser uma decisão precipitada, uma vez que nesse estádio temos menor ($p < 0,0001$) digestibilidade da FDN quando comparado ao estádio vegetativo dos cereais estudados. Esses dados estão de acordo com Filya (2003), que ao avaliar diferentes cultivares de cereais de inverno, em diferentes estádios, observou redução na digestibilidade da FDN para o estádio de pré-florescimento (42,2%), quando comparado ao de grão farináceo (34,9%).

Quando comparamos a digestibildiade da FDN a 30 horas entre uso ou não de aditivos, podemos observar que não houve diferença ($p = 0,08$) entre os cereais do grupo controle ou tratado com ácido propiônico ou mesmo, com adição de inoculante bacteriano enzimático. Segundo Muck et al. (2018), os aditivos enzimáticos são frequentemente aplicados em combinação com inoculantes bacterianos, dificultando a diferenciação entre respostas mediadas por bactérias ou por enzimas. Em estudos que permitem a diferenciação de enzimas e/ou bactérias é possível observar que a adição de enzimas fibrolíticas a inoculantes bacterianos tem um efeito positivo na qualidade da silagem, aumentando a digestibilidade da FDN e melhorando a eficiência alimentar em bovinos confinados (ZAHIRODDINI et al., 2004). Em outros estudos que apresentam misturas não bem definidas de enzimas em conjunto com uma mistura complexa de inoculantes, é possível constatar que esses, são capazes de acelerar o declínio do pH após a ensilagem, mas não conseguiram melhorar o desempenho de crescimento dos novilhos (ADDAH et al., 2016).

Oba & Allen (1999) analisaram as médias de 13 tratamentos com diferentes grupos de forragens. Os resultados confirmaram que as forragens com alta digestibilidade da FDN foram associadas com maior consumo de matéria seca (CMS), produção de leite (PL) e produção de leite corrigida para 4% de gordura (PLC4%). Esses autores encontraram uma relação linear entre o aumento da digestibilidade da FDN e a resposta animal, onde para cada unidade de aumento da digestibilidade ocorreu elevação de 0,17 kg no CMS, 0,23 kg na PL e 0,25 kg para PLC.

Por fim, é possível observar na Tabela 2, diferença ($p = 0,005$) nas estimativas de kg de leite produzido por tonelada de matéria seca (calculada por meio da planilha Milk 2006), sendo maiores para o trigo e cevada em relação à aveia. É possível ainda afirmar que quando os cereais foram ensilados no estádio vegetativo, maior ($p < 0,0001$) foi o potencial de

produção de leite por tonelada de matéria seca (1.975 kg) quando comparados com os cereais ensilados em estádio reprodutivo (1.829 kg). Ao analisar os resultados supracitados, pode-se inferir que a melhor opção seria cortar e ensilar o trigo e a cevada em estádio vegetativo. No entanto, vale ressaltar que ao avaliar as produtividades de matéria seca por hectare colhida e, aí sim, multiplicar pelas estimativas de produtividade depara-se com o seguinte cenário exposto na Tabela 3.

Tabela 3 – Estimativa da produtividade de leite por tonelada de matéria seca, através do Milk 2006, de silagens de cereais de inverno cortados em diferentes estádios fenológicos.

	Leite[1]	MS (%)	kg de MS/ha	Leite total (tonelada/ MS/ha)[2]
Trigo	1935[a]	35,57	3722	7.202
Aveia	1849[b]	28,08	5033	9.306
Cevada	1921[a]	32,50	7079	13.098
Estádio vegetativo	1975	25,84	3479	6.578
Estádio reprodutivo	1829	38,26	7645	14.640

MS= matéria seca, TON=tonelada, HA= hectare. [1]Produção de leite por tonelada de matéria seca, calculada por meio do modelo Milk 2006. [2]Estimativa da produção de leite através do rendimento (toneladas de matéria seca por hectare) dos cereais estudados.

CONCLUSÕES

Os cereais, quando colhidos em estádio vegetativo, resultaram em silagens com melhores parâmetros bromatológicos, porém inferiores em estimativa de produção de leite por área. A adição de aditivos biológicos não alterou a composição bromatológica das silagens pré secadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDAH, W., J. BAAH, and T. A. MCALLISTER. Effects of an exogenous enzyme-containing inoculant on fermentation characteristics of barley silage and on growth performance of feedlot steers. **Canadian Journal of Animal Science**, v.96, p.1–10, 2016.

BECK, P. A. et al. Effect of wheat forage maturity and preservation method on forage chemical composition and performance of growing calves fed mixed diets. **Journal of Animal Science**, v.87**,** p. 4133-4142, 2009.

BERNARDES, T.F; REGO, A.C. Study on the pratices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v.97, p.1852-1861, 2014.

BRAGACHINI, M. et al. **Manual técnico: Forrajes: Conservados de alta calidad y aspectos relacionados al menejo nutricional**. Ed. 6, 2008. 365p.

CECATO, U. et al. Produção e composição química em cultivares e linhagens de aveia (*Avenna spp*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.4, p.775-780, 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 Animal Science**, v. 88, n.1, p.383-399, 2010.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS - NRS, 376 p. 2016.

CROVETTO, G.M. et al. **Effect of the stage of maturity on the nutritive value of whole crop wheat silage.** Istituto di Zootecnia Generale, Facolta` di Agraria. Milan, Italy, 1998.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Enhanced intake and production of dary cows offered ensiled alfafa with higher neutral detergent fiber digestibility. **Journal of Dairy Science**, n.3, v.79, p.418-428, 1996.

FILYA, I. Nutritive value of whole crop wheat silage harvested at three stages of maturity. **Animal Feed Science and Technology**, v.103**,** p. 85-95, 2003.

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.

GRANT, R. J. et al. Brown midrib sorghum silage for midlactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, n.9, v.78, p.1970-1980, 1995.

HASTENPFLUG, M. **Desempenho de genótipos de trigo duplo propósito sob diferentes doses de adubação nitrogenada com cortes simulando pastejo**. 2009. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Pato Branco, PR, 2009.

LEÃO, G.F.M. **Estratégias de manejo de cereais de inverno para produção de forragem verde e silagem**. 2016. 99p. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 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.

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.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, 1987.

MUCK, R. E. et al. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. **Journal of Dairy Science**, v.101, p.3980-4000, 2018.

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.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, n.3, v.82, p.589-596, 1999.

OLIVEIRA, M.R. **Qualidade de silagens de trigo e milho e desempenho de novilhos confinados**. Maringá, p.75. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR,2014.

ROSÁRIO, J.G. et al. Produção e utilização de silagem de trigo. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v.5, n.1, p.207-218, 2012.

SHAVER, R.; LAUER, J.; COORS, J. HOFFMAN, P. University of Wisconsin corn silage evaluation system. Planilha excel 2006.

SILVEIRA, A.P V**alor nutritivo de forrageiras de inverno e produção de silagem pré-secada**. 2015. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Dois Vizinhos, PR, 2015.

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

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

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

WEINBERG, Z.G. et al. Effects of stage of maturity at harvest, wilting and LAB inoculant on aerobic stability of wheat silages. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, p.29-35, 2010.

WOOLFORD, M. K. & PAHLOW, G. The silage fermentation. Springer, New York. 1998.

ZAHIRODDINI, H. et al. Effect of an inoculant and hydrolytic enzymes on fermentation and nutritive value of whole crop barley silage. **Animal Feed Science and Technology**, v.117, p.317–330, 2004.

CAPÍTULO 4 - PARÂMETROS FERMENTATIVOS E ESTABILIDADE AERÓBIA DE CEREAIS DE INVERNO, SUBMETIDOS AO PROCESSO DE SILAGEM PRÉ-SECADA E AO USO DE ADITIVOS

Weiler Giacomazza Cerutti[1], Julio Viégas[2]

[1]Aluno do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia–UFSM, RS. Email: weiler_cerutti@yahoo.com.br
[2]Doutor, Professor Associado do Departamento de Zootecnia – UFSM, RS, Brasil

Resumo: Objetivou-se, com o presente estudo, avaliar os parâmetros fermentativos e a estabilidade aeróbia da aveia branca, cevada e trigo, conservadas na forma de pré secado, colhidas em dois estádios fenológicos e submetidas, ou não, ao uso de aditivos biológicos. O experimento foi realizado na região norte do Rio Grande Do Sul, com semeadura dos cereais em junho e colheita nos meses de agosto e setembro de 2017, momentos esses em que estavam em estádio vegetativo e reprodutivo, respectivamente. Após a colheita os cereais foram expostos ao sol, com o objetivo de alcançar 30 a 35% de matéria seca e, submetidos ou não ao uso de inoculante bacteriano enzimático e/ou ácido propiônico antes de serem enfardados, com seis camadas de filme plástico com 50% de sobreposição em fardos de aproximadamente 50 Kg. Após 45 dias de conservação amostras foram retiradas e homogenizadas para posterior avaliação de pH e composição bromatológica. Para determinar o valor de pH nos materiais ensilados foi utilizado a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Todas as leituras foram realizadas através de potenciômetro digital. Para avaliação da estabilidade aeróbia, 4kg de foragem foram colocados em bandejas e transferidos para uma sala à temperatura de 24 ± 1 ºC. As temperaturas das silagens foram medidas 06 vezes ao dia durante cinco dias, com o uso de termômetro inserido a 10 cm, no centro da massa. A adição do inoculante, contendo bactérias homo e heterofermentativas proporcionou maiores valores de ácido lático, menores valores de pH e, menores perdas via nitrogênio amoniacal nos cereais. Já quando avaliamos a adição do ácido propiônico ficou evidenciado que o aditivo não foi capaz de melhorar os parâmetros fermentativos quando comparado ao grupo controle. O nitrogênio amoniacal sofreu influência da quantidade de água presente nos cereais, pois foi possível verificar que a aveia (cereal que menor matéria seca apresentou) foi a espécie que mais $N\text{-}NH_3$ apresentou em decorrência dos maiores valores de poder tampão. Maiores perdas por nitrogênio amoniacal foram encontrados nos cereais ensiladadas no estádio vegetativo com menor concentração de matéria seca. A variável estabilidade aeróbia não foi influenciada pela adição de aditivos ou pelo estádio fenológico. Dentre os cereais, as silagens de trigo foram as que, após expostas ao ar, perderam a estabilidade em um menor espaço de tempo.

Palavras- chave: ácido propiônico, deterioração, inoculante bacteriano enzimático.

CHAPTER 4 - FERMENTATIVE PARAMETERS AND AEROBIC STABILITY OF WINTER CEREALS HAYLAGE SUBMITTED TO THE USE OF ADDITIVES

Weiler Giacomazza Cerutti[1], Julio Viégas[2],

[1]Animal Scientist D.Sc. Graduate Candidate – UFSM, RS, Brazil. Email: weiler_cerutti@yahoo.com.br
[2]PhD, Associate Professor, Department of Animal Science – UFSM, RS, Brazil.

Abstract: The objective of this study was to evaluate fermentative parameters and aerobic stability of white oat, barley and wheat, preserved as pre-dried, harvested at two phenological stages and submitted to the use, or not, of biological additives. The experiment was performed at the north region from Rio Grande do Sul, with cereal sowing in June and harvest between August and September of 2017, by the time they were, respectively, on vegetative and reproductive stages. After harvest, the cereals were exposed to the sun aiming to reach 30 to 35% of dry matter; and, they were submitted to the usage, or not, of enzymatic bacterial inoculant and / or propionic acid, before being packed with six layers of plastic film, with 50% overlap in bales of approximately 50 kg. After 45 days of storage, the samples were taken and homogenized for further evaluation of pH and bromatological composition. To determine the pH value of the ensiled materials, the methodology described by Silva & Queiroz (2002) was used. All readings were performed through a digital potentiometer. For aerobic stability evaluation, 4kg of forage were placed in trays and transferred to a room at a temperature of 24 ± 1ºC. The silage temperatures were measured six times a day for five days, with the use of a thermometer inserted at 10 cm in the center of the mass. The addition of the inoculant containing homo and heterofermentative bacteria gave higher values of lactic acid, lower pH values and lower losses through ammoniacal nitrogen in the cereals. When the addition of propionic acid was evaluated, it was evidenced that the additive was not able to improve the fermentative parameters when compared to the control group. The ammoniacal nitrogen was influenced by the amount of water present in the cereals, since it was possible to verify that oat (cereal with the lowest dry matter) was the species which presented higher N-NH_3 levels due to the higher values of buffering power. Higher losses by ammoniacal nitrogen were found in the silage ensiled at the vegetative stage with lower dry matter concentration. The aerobic stability was not influenced by the addition of additives or by the phenological stage. Among the cereals, the wheat silages were the ones that, after being exposed to air, lost their stability in a shorter period of time.

Keywords: propionic acid. Deterioration. Enzymatic bacterial inoculant.

INTRODUÇÃO

A conservação de forragens mediante o uso da ensilagem se baseia na fermentação lática espontânea que se instala num ambiente anaeróbio, em que os principais agentes fermentadores são as bactérias láticas que metabolizam os açúcares, prevalecendo a produção de ácido lático (BERNARDES, 2006). Assim, temos queda no pH do meio e manutenção da anaerobiose, fatores esses responsáveis pela adequada conservação do material (PEREIRA & REIS, 2001).

No entanto, a 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 indesejáveis são maiores, tornando-se imprescindível o uso de recursos que, de alguma forma, modifiquem esta situação (McDONALD et al., 1991).

Segundo Driehuis et al. (2001), a aplicação conjunta de bactérias homofermentativas e *L. buchneri* na ensilagem pode acelerar a fermentação lática inicial e reduzir a susceptibilidade de deterioração por parte dos microrganismos aeróbios no momento da abertura. Os ácidos acético e propiônico são melhores inibidores do crescimento das leveduras que o ácido lático e as misturas de ácido lático, propiônico ou acético têm um efeito inibitório sinergístico (MOON, 1983).

Uma forma de avaliar as perdas pós processo fermentativo é mensurar a estabilidade aeróbia das silagens. Esse parâmetro pode ser conceituado como a resistência da massa de forragem à deterioração após a abertura do silo, ou seja, a velocidade com que a massa deteriora após exposta ao ar (JOBIM et al., 2007).

Diante disso, objetivou-se com o presente estudo avaliar os parâmetros fermentativos e a estabilidade aeróbia de silagens pré secadas de aveia, cevada e trigo em dois estádios fenológicos submetidas ou não ao uso de aditivos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de agosto a dezembro 2017, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, campus de Frederico Westphalen, localizado na região fisiográfica denominada Alto Uruguai, com altitude de 480 m, latitude 27° 23’ Sul e longitude 53° 25’ Oeste. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é

Cfa, do tipo clima subtropical úmido, sendo a temperatura média anual de 18,8 °C e temperatura média do mês mais frio de 13,3 °C.

A área experimental total foi de 5.500 m^2, dividida em 54 parcelas experimentais, com dimensões de 10 m de comprimento e 9 m de largura, e corredores de 1 m de largura. Os cultivares de aveia (cv. URS Taura), de cevada (cv. BRS Cauê) e de trigo (cv. TBIO Energia I) foram colhidos no dia 25 de agosto de 2017 (considerado estádio vegetativo) e no dia 19 de setembro de 2017 (considerado estádio reprodutivo), quando as forrageiras apresentavam 73 e 98 dias após a semeadura respectivamente.

A forragem colhida (10 cm de altura) foi submetida aos seguintes tratamentos: 1) forragem não tratada (Controle); 2) forragem tratada com inoculante LALSIL® DRY (*Lactobacillus buchneri NCIMB 40788 – 7,5 * 10^{10} UFC/g; Pediococcus acidilactici CNCM MA 18/5M 5 * 10^{10} UFC/g;* Beta-glucanase de *Aspergillus niger MUCL 39199 – 5750 UI/g; Xylanase de Trichoderma longibrachiatum MUCL 39203 – 3000 UI/g*); 3) forragem tratada com produto a base de ácido propiônico (MOLD-ZAP® - ALLTECH – 55% ácido propiônico e 12% hidróxido de amônia)**,** sendo que cada tratamento continha três repetições. Os aditivos foram aplicados à forragem durante o recolhimento, na forma de solução aquosa, por meio de pulverizador manual, buscando-se distribuição uniforme na massa de forragem.

As forragens foram ceifadas a 10 cm do solo, com uma segadora equipada com condicionador de rolos de metal. O material foi submetido à pré-murcha visando obter em torno de 35% de matéria seca (MS). Posteriormente, o material foi enfardado, com seis camadas de filme plástico com 50% de sobreposição em fardos de aproximadamente 50 kg. No momento anterior a ensilagem, foi retirada uma amostra da forragem para determinação do poder tampão, seguindo o método descrito por Playne & Mcdonald (1966).

Todos os fardos de pré secado foram amostrados após 45 dias de ensilagem, com o objetivo de proporcionar o mesmo tempo de fermentação, empregando-se um amostrador do tipo “probe” (50 cm de comprimento x 4,8 cm de diâmetro). O material retirado foi homogeneizado e amostras foram coletadas para avaliação de pH e composição bromatológica. Para determinar o valor de pH nos materiais ensilados foi utilizado a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Todas as leituras foram realizadas através de potenciômetro digital.

Para avaliação dos teores de ácido acético, lático e $N\text{-}NH_3$, as amostras foram secas em estufa com ventilação de ar forçado a 60 ºC, por 12 horas, sendo posteriormente moídas em moinho do tipo Willey em peneira com malha de 1 mm. Após, foram analisadas em

equipamento Foss NIR 5000, conforme manual do usuário. A calibração para estimativa das variáveis de qualidade nutricional, foi desenvolvida pelo Dairy One Forage Lab (Ithaca, NHY, EUA) e validada com lote de amostras independentes e, de diversas localidades do Brasil pela ESALQLab/USP.

Para avaliação da estabilidade aeróbia foram coletados 4 kg de material do fardo, sendo transferidos para sacolas de plástico para posterior homogeneização. Após este procedimento, um quilo e meio de material foram colocados em bandejas e transferidas para uma sala de temperatura controlada (24 $\pm$ 1 °C). As temperaturas das silagens foram medidas seis vezes ao dia, durante cinco dias, com o uso de termômetro inserido a 10 cm, no centro da massa. A estabilidade aeróbia foi calculada com o tempo observado para que a silagem apresentasse elevação de 2 °C em relação à temperatura ambiente (MORAN et al., 1996).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 x 3 x 2 (3 espécies forrageiras, 3 aditivos, 2 estádios fenológicos da forragem), com 3 repetições. Após teste de normalidade, os dados foram analisados por análise de variância. A análise estatística considerou as espécies forrageiras, os aditivos, os estádios fenológicos da forragem, os métodos de determinação e suas interações como efeitos fixos. Ainda, as repetições e o resíduo como efeitos aleatórios, utilizando o procedimento MIXED do SAS®. As médias foram comparadas utilizando o recurso *lsmeans* e as interações desdobradas quando significativas a 5%. A variável N-NH3 por não se comportar de forma normal foi transformada e analisada por estatística não paramétrica, utilizando o teste de *wilcoxon*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve redução nos valores de pH ($p < 0,0001$) dos materiais ensilados à medida que maiores valores de ácido lático foram encontrados nas amostras avaliadas. Segundo Muck (2010), a redução do pH na silagem, decorrente da produção de ácido lático, promove queda na atividade proteolítica das enzimas da própria forragem e reduz o crescimento de microrganismos anaeróbicos indesejáveis como as enterobactérias, clostrídeos e bacilos, como consequência desse processo, melhora a conservação do material ensilado.

Ao avaliar o efeito da adição do inoculante, contendo bactérias homo e heterofermentativas (*Pediococcus acidilactici e Lactobacillus buchneri*), é possível evidenciar (Tabela 2) que o mesmo foi eficaz pois, maiores valores de ácido lático ($p < 0,0008$), menores valores de pH ($p > 0,0001$) e, menores ($p = 0,0048$) perdas via nitrogênio amoniacal nos

materiais inoculados com as bactérias supracitadas. Esses dados estão de acordo com Oliveira et al. (2017), onde os autores ao realizarem um estudo de meta-análise (130 estudos), verificaram que ao inocular bactérias homofermentavias associadas à bactérias heterofermentativas facultativas (*L. plantarum*, *P. pentosaceus*, *E. faecium*, *L. rhamnosus*, respectivamente*)* na produção de silagens, era possível diminuir o pH (P <0,01), aumentar o lactato (p < 0,01) e diminuir a N-NH_3 (p <0,01). Outras evidências da literatura que ajudam a reforçar o efeito do inoculante sobre as características de fermentação são os dados de Tanja & Juha (1999), que avaliaram onze estudos com gramíneas temperadas inoculadas e encontraram maiores valores de ácido lático e, consequentemente, menores valores de pH e N-NH_3.

Tabela 2 – Parâmetros fermentativos das diferentes espécies forrageiras em dois estádios fenológicos e tratadas ou não com ácido propiônico ou inoculante biológico.

Variável	Espécies forrageiras			Aditivo			Estádios fenológicos		EPM	Probabilidades		
	Aveia	Cevada	Trigo	CONT	INOC	PROP	VEG	REP		ESP*ADT	ESP*EST	ADT*EST
pH	5,61[a]	5,72[a]	5,40[b]	5,92[a]	4,97[b]	5,84[a]	5,53	5,62	0,06	<0,0001	<0,0001	<0,0001
eq.mg NaOH/100 g MS[1]	21,35[a]	18,12[ab]	14,61[b]	-	-	-	23,97[a]	12,09[b]	0,94	-	0,5905	-
N-NH_3[2]	2,20[a]	1,68[b]	1,53[b]	2,02[a]	1,57[b]	1,82[b]	2,42[a]	1,22[b]	0,12	0,0033	0,0464	0,0179
Ácido acético (%)	2,21[a]	2,18[a]	1,60[b]	2,16	2,03	1,81	2,25[a]	1,74[b]	0,13	0,3780	0,0276	0,4910
Ácido lático (%)	3,75[b]	4,49a[b]	4,71[a]	4,14[b]	5,17[a]	3,64[b]	4,14	4,50	0,26	0,3768	0,2219	0,9523
EST. AER. (horas)	49,1[a]	49,7[a]	44,2[b]	47,1	48,2	47,9	46,67	48,89	1,18	-	-	-
Matéria seca	28,08[c]	32,50[b]	35,57[a]	30,09[b]	31,27[b]	34,79[a]	25,84[b]	38,26[a]	0,63	0,5006	0,0696	0,1331

[1]Capacidade tampão (eq.mg NaOH/100 g MS), [2]N-NH_3 – Nitrogênio amoniacal em % do nitrogênio total, VEG= vegetativo, REP= reprodutivo, EPM= erro padrão da média, CONT= sem aditivo, INOC= inoculante, PROP= ácido propiônico, EPM= erro padrão da média, ESP= espécie, EST= estádio, ADT= aditivo, EST.AER= estabilidade aeróbia.

A utilização de enzimas juntamente com inoculantes bacterianos para ensilagem de culturas com baixa concentração de açúcares solúveis, tem a premissa de aumentar a liberação de açúcares provenientes da hidrólise da parede celular para promover um aumento de substrato para produção de ácido lático pelas bactérias (COELHO, 2002). No presente estudo, o inoculante utilizado, além de conter as cepas de bactérias anteriormente descritas, possuía beta-glucanase e xilanase, acredita-se que essas enzimas tenham contribuído para uma melhoria na redução do pH dos cereais ensilados (Tabela 2).

Quando se avaliou a adição do ácido propiônico sobre as características fermentativas citadas anteriormente, fica evidenciado que o aditivo não foi capaz (P>0,05) de promover um aumento nos níveis de ácido lático e, consequentemente, não reduziu o pH ($p > 0,05$), quando comparado ao grupo controle. Esses resultados estão de acordo com Castro (2002), que ao estudar a inclusão de ácido propiônico ou inoculante bacteriano enzimático em silagens de tifton 85, concluiu que o uso de ácido propiônico não melhorou as características qualitativas de fermentação (pH, poder tampão e $N\text{-}NH_3$).

Ao avaliar a concentração de ácido acético nos materiais ensilados, fica evidente a relação inversa ($p = 0,0045$; r = - 0,64) entre maiores concentrações desse ácido e o ácido lático e pH. Os dados encontrados nesse estudo estão de acordo ao estudo de Muck & Bolsen (1991), que afirmam que o conteúdo de ácido acético, está relacionado a menores taxas de decréscimo quando maiores valores finais de pH são encontrados nas silagens. Esse conteúdo corresponde, principalmente, à ação prolongada de enterobactérias e bactérias láticas heterofermentativas, mas, em menor proporção, também é produzido por clostrídios. Além de afetar negativamente a queda do pH, as fermentações promovidas por esses microrganismos acarretam maiores perdas de matéria seca e energia do material ensilado.

Os percentuais de ácido acético encontrados nos materiais deste estudo ficaram acima do recomendado por McDonald et al. (1991), que é de até 0,8% de ácido acético na matéria seca, no entanto se enquadra como uma silagem bem fermentada de acordo com a classificação de Tomich et al. (2003), sendo que estes autores consideram que uma silagem foi bem fermentada, quando esta apresenta no máximo 3,5% de ácido acético na matéria seca.

O nitrogênio amoniacal sofreu influência da quantidade de água presente no material pois, é possível verificar que a aveia foi a espécie que mais $N\text{-}NH_3$ apresentou em decorrência dos maiores valores de poder tampão, sendo que quando correlacionadas as duas variáveis apresentaram um r = 0,68 ($p < 0,0001$). Outro resultado que sustenta essa evidência que o baixo teor de matéria seca influencia no poder tampão e, consequentemente na qualidade de

conservação da ensilagem, é o maior valor ($p < 0,0001$) de poder tampão encontrado no estádio vegetativo em comparação ao reprodutivo, resultando em maiores ($p < 0,0001$) perdas por nitrogênio amoniacal para as espécies ensiladadas no estádio vegetativo. Esses resultados corroboram com o observado por Meinerz et al. (2011), em que há uma estreita correlação dos teores de matéria seca (r = 0,91; $p < 0,0001$) e poder tampão dos cereais de inverno estudados, sendo que maiores valores de poder tampão e menores valores de matéria seca foram observados para a aveia preta Comum e para a cevada BRS Marciana, indicando que estes materiais apresentam maior resistência à elevação do pH.

De acordo com Mcdonald et al. (1991), o nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ($N\text{-}NH_3$) é associado à qualidade fermentativa da silagem, pois quando ocorre a queda de pH de forma lenta ocorre então degradação proteica, reduzindo os teores de PB e aumentando as concentrações de $N\text{-}NH_3$. Ainda, segundo Cherney & Cherney (2003) o poder tampão forragem a ser ensilada é um fator chave no processo de fermentação. Quando a planta apresenta alto poder tampão, a velocidade de redução do pH é lenta e, em consequência, as perdas no processo de ensilagem são maiores, reduzindo o valor nutritivo da silagem.

Outro fator que ajuda a explicar uma maior resistência à redução do pH nas forrageiras em estádio vegetativo é o seu alto percentual de proteína, conforme verificados nos dados do presente estudo (24,51% de PB). O teor de PB de um alimento tem estreita ligação com o poder tampão. Quanto maior o teor de PB, maior a extensão da proteólise ocorrida no silo. Sabe-se que com a proteólise há produção de amônia (o que eleva o teor de $N\text{-}NH_3$), que é uma substância alcalinizante e, consequentemente, tende a neutralizar o pH do meio, elevando o poder tampão (ROOKE & HATFIELD, 2003). Sendo assim, o alto percentual de proteína bruta no estádio vegetativo contribuiu para a maior quantidade de nitrogênio amoniacal ($P<0,0001$) e consequentemente maior ($p < 0,0001$) poder tampão.

Não houve diferença entre estádio fenológico ($p = 0,1463$) e entre os aditivos ($P=0,8420$) para estabilidade aeróbia. No entanto, é possível observar na Tabela 2 que a estabilidade foi diferente entre os cereais ($P=0,0059$), o pré secado de trigo foi o material que, após exposto ao ar, levou menos tempo para perder a estabilidade entre as três espécies avaliadas.

Pelo fato do pré-secado de trigo apresentar-se com maior concentração de ácido lático e menor de ácido acético, sua estabilidade foi menor em relação aos outros cereais. Esses resultados estão de acordo com as afirmações apresentadas por Weinberg et al. (1993) que

verificaram que altos níveis residuais de carboidratos solúveis, combinados com altas concentrações de ácido lático e baixos níveis de ácido acético nas silagens, estavam associados à deterioração aeróbica devido ao ácido lático e os carboidratos solúveis serem substratos para bolores e leveduras se desenvolverem.

Comparando os resultados aqui encontrados de estabilidade aeróbia com os resultados obtidos por Horst (2016), pode-se verificar que no estudo destes autores as silagens permaneceram estáveis por um tempo muito maior, sendo observada estabilidade de 136 horas para o pré-secado de trigo e 160 horas para as demais espécies (aveia, cevadas, centeio e triticale).

A estabilidade aeróbia da aveia (Tabela 2) corrobora com os dados encontrados por Leão et al. (2016) que relataram 52 horas para perda da estabilidade em cultivares de aveia branca, sendo que esses valores foram justificados pelos autores devido aos maiores valores de pH encontrados nesse cereal (5,58).

A explicação para a perda rápida da estabilidade aeróbia das silagens pré secadas do presente estudo, podem ser devido aos altos valores de pH encontrados (Tabela 2) ou seja, mesmo aplicando inoculante com adição de batérias homo e heterofermentativas e/ou ácido propiônico, não foi possível baixar o pH a níveis desejados (pH < 4,5). É possível que fungos, e leveduras e algumas espécies de bactérias podem ter promovido assimilação aeróbia de lactato da silagem, reduzindo o seu potencial de conservação, como afirma Pahlow et al. (2003) e, por consequência, causando rápida perda de estabilidade aeróbia.

CONCLUSÃO

O inoculante bacteriano enzimático melhorou os parâmetros fermentativos das silagens pré secadas, porém, não foi eficiente em melhorar a estabilidade aeróbia dessas após abertas e expostas ao ar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDES, T.F. **Controle da deterioração aeróbia de silagens**. 2006. 103p.Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, MG,2006.

CASTRO, F.G.F. **Uso de pré-emurchecimento, inoculante bacteriano-enzimático ou ácido propiônico na produção de silagem de tifton 85 (Cynodon sp.).**2002. 136p. Tese

(Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2002.

CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: Buxton *et al.* **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA, p.141-198, 2003.

COELHO, R. M. **Efeitos da concentração de matéria seca e do uso de inoculante bacteriano-enzimático, na silagem de tifton 85 (*cynodon* spp.), sobre a digestão de nutrientes, parâmetros ruminais e comportamento ingestivo em novilhos de corte em crescimento.** 2002. 122f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2002.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS - NRS, 376 p. 2016.

DRIEHUIS, F., S. J. W. H. OUDE ELFERINK, AND P. G. VAN WIKSELAAR. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with Lactobacillus buchneri, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass Forage Science**, v.56, p.330–343. 2001.

HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**, p.31-94, 2003.

HORST, E. H. **Produção e qualidade nutricional da forragem e da silagem pré secada de diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento.** 2016. 74p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava – PR. 2016.

JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.

KUNG JR., L.; GRIEVE, D.B.; THOMAS, J.W. et al. Added ammonia or microbial inocula for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.299-306, 1984.

LEÃO, G.F.M. **Estratégias de manejo de cereais de inverno para produção de forragem verde e silagem**. 2016. 99p. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR. 2016.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of Silage.** 2.ed. Marlow: Chalcombe, 1991. p.340.

MEINERZ, G.R. et al. Silagem de cereais de inverno submetidos ao manejo de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2097-2104, 2011.

MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid-tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mistures. **Journal of Applied Bacteriology**, v.55, n.3, p.453-460, 1983.

Muck, R. E. et al. ***Silage review:*** **Recent advances and future uses of silage additives**. **Journal of Dairy Science**, v.101, p.3980-4000, 2018.

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

MUCK, R.E., BOLSEN, K.K. Silage preservation and additive products. **Field Guide and Silage Management in North America**, p.105-126, 1991.

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. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; PEREIRA, J.R.A.; REIS. R.A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p.64-86. 2001.

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

ROOKE, J.A.; HATFIELD, R.D. Biochemistry of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H (Eds). **Silage Science and Technology**. 1 ed. Madison: American Society of Agronomy, p. 95-140. 2003.

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

TANJA, P.; JUHA, N. The effect of fermentation quality on the aerobic stability of direct cut or slighty prewilt grass silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7., Uppsala, 1999. **Proceedings.** Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, 1999. p.280-281.

TOMICH, T.R. **Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim Sudão avaliados em regime de corte**. 2003. 88f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2003.

WEINBERG, Z.G.; ASHBELL, G.; HEN, Y. et al. The effect of applying lactic acid bacteria at ensiling on the aerobic stability of silages. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 75, p. 512-518, 1993.

WILSON, R. F.; WILKINS, R. J. The ensilage of autumnsown rye. **Journal of British Grassland Society**, Oxford, v. 27, n. 1, p. 35-41, 1972.

CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, a produtividade dos cereais estudados foi satisfatória, mesmo tendo desafios climáticos no momento do desenvolvimento inicial. Devido à maior produtividade dos cereais em estádio de grão pastoso (reprodutivo), maiores foram as estimativas de produção de leite por tonelada de matéria seca produzida.

As características bromatológicas dos cereais foram similares entre si, porém, com valores de matéria seca e frações fibrosas, principalmente, divergentes entre os estádios fenológicos estudados, apresentando superioridade quando cortadas em estádio vegetativo.

Observou-se por meio dos parâmetros fermentativos, que o inoculante utilizado foi capaz de melhorar os aspectos relacionados à conservação do cereal em forma de pré-secado, porém sem efeito sobre a estabilidade aeróbia. Por sua vez o ácido propiônico não trouxe benefício no perfil fermentativo e na estabilidade aeróbia das silagens pré-secadas.

De maneira geral, os cultivares de aveia branca, de trigo e de cevada estudados, indiferente do estádio de desenvolvimento fenológico, apresentaram bons atributos para serem destinados a produção de silagens pré-secadas na região sul do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIGUETTO, J.M. et al. **Nutrição animal**: as bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos. v.1. São Paulo: Nobel, 2002. 395 p.

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.

BERTO, J. L.; MÜHLBACH, P. R. F. Silagem de aveia preta no estádio vegetativo, submetida ação de inoculantes e ao efeito do emurchecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v.26, n.4. p.651-658, 1997.

BOLSEN, K.K. **Silage: Basic principles**. In Forages, Vol. II, The Science of Grassland Agriculture, 5th ed. R. F. Barnes, D. A. Miller, and C. J. Nelson, ed. Iowa State University Press, Ames, p. 163, 1995.

BUMBIERES JUNIOR V. H., OLIVEIRA M. R., JOBIM C. C., BARBOSA M. A. A. D. F., CASTRO L. M. e BARBERO R. P. (2011). Perspectivas para o uso de silagem de cereais de inverno no brasil. In: JOBIM C. C., CECATO U., DO CANTO, M. W (eds) **Anais**... do IV Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, Maringá, Brasil, 2011. p. 39-73.

CASTRO, G.S.A.; COSTA, C.; NETO, J.F. Ecofisiologia da aveia branca. **Scientia Agraria Paranae**, v.11, n.3, p.1-15, 2012.

DRIEHUIS F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H. The impact of the quality of silage on animal health and food safety: a review. **Veterinary Quarterly**, v.22, p.212-217, 2000.

DRIEHUIS,F. et al. *Lactobacillus buchneri* improves aerobic stability of laboratory and farm scale whole crop maize silage but does not affect feed intake and milk production of daity cows. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7., Uppsala, 1999. **Proceedings.** Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, 1999. p.264-265.

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.

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

HORST, E. H. **Produção e qualidade nutricional da folhagem e da silagem pré-secada de diferentes cereais de inverno colhidos em estádio de pré-florescimento**. 2016. 74p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal).- Programa de Pós-Graduação em Agronomia Universidade Estadual do Centro Oeste, UNICENTRO, PR, 2016.

JOBIM, C.C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, 2007.

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

KUNG JR., L.; TAYLOR, C. C.; LYNCH, M. P.; Neylon, J. M. The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science,** Champaign, v. 86, n.11, p. 336-343, 2003.

LINDGREN, S.; OLDENBURG, E.; PAHLOW, G. Influence of microbes and their metabolites on feed and food quality. In: GENERAL MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION. 19th, 2002, La Rochelle. **Proceedings**... La Rochelle, 2002, p.503-511.

MAHANNA, W. C. Silage fermentation and additive use in North America. In: PROCEEDINGS NATIONAL SILAGE PRODUCTION CONFERENCE, New York, 1993. **NRAES-67.** New York: Ithaca, 1993. p.85-95.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of Silage.** 2.ed. Marlow: Chalcombe, 1991. p.340.

MEINERZ, G. R., et al. Valor nutritivo da forragem de genótipos de cereais de inverno de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, 1173-1180, 2011.

MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid-tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mistures. **Journal of Applied Bacteriology**, v.55, n.3, p.453-460, 1983.

MORAES, A. de; LUSTOSA, S. B. C. Forrageiras de inverno como alternativa na alimentação animal em períodos críticos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, PIRACICABA. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p.147-166.

MORAES, A.; MARASCHIN, G. E.; NABINGER,C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 1., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 147-200. 1995.

MOREIRA, A. L. et al. Avaliação de cinco cultivares 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.; KUNG, L. Effects of silage additives on ensiling. In: SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK, New York, 1997. **NRAES-99.** New York: Ithaca, 1997. p.187-199.

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

MÜHLBACH, P.R.F. Additives to improve the silage making process with tropical forages. In: FAO ELECTRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, Rome, 1999. **Proceedings.** Rome: FAO, 2000. p.151-164.

PEREIRA, J.R.; REIS, R.A. Produção de sialgem 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.

PHILIPP, D.; JENNINGS, J.A. **Managemen t of Hay Production**. University of Arkansas. 2002. 25 p.

ROCHA, M.G. et al. Produção e qualidade de forragem da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.7-15, 2007.

RODRIGUES, P.H.M. et al. Efeito da inclusão de polpa cítrica peletizada na confecção de silagem de capim-elefante (Pennisetum purpureum, Schum.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1751-1760, 2007.

ROJAS, C.G.; CATRILEO, A.S. Evaluación de ensilaje de cebada en tres estados de Corte En la engorda invernal de novillos. **Agricultura Técnica**, v.60, n.4, p. 370-378, 2000.

ROSÁRIO, J. G. et al. Produção e utilização de silagem de trigo**. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias,** v.5, n.1, p.207-218, 2012.

ROTZ, C.A.; BUCKMASTER, D.R.; BORTON, L.R. Economic potential of preserving high moisture hay. **Applied Engineering in Agriculture,** v.8, n.3, p.315-323, 1992.

ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JR, G.C.; MOSER, L.E.; MERTENS, D.R. et al. (Ed.). **National conference on forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: University of Nebraska, p.828-868. 1994.

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

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T. (Ed.). **Sistemas de produção para cereais de inverno sob plantio direto no sul do Brasil.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010. cap. 10, p.317-331.

SCHEEREN, P. L. **Informações sobre o trigo** (Triticum spp.). Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1986. 34 p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 2).

SILVA, P. R. F. *et al*. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. **Ciência Rural,** v.36, n.3, p.1011-1020, 2006.

STEFANIE, J.W.H. et al. Silage fermentation process and their manipulation. In: FAO ELECTRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, Rome, 1999. **Proceedings.** Rome: FAO, 2000. p.17-30.

SULLIVAN, J.T. Drying and storing herbage as hay. In Chemistry and biochemistry of herbage. Buttler, G.W.; Bailey, R.W. (ed). V.1 Academic Press, London. p.1- 42. 1973.

WEINBERG, Z.G.et al. The effect of propionic acid bacterial inoculant applied at ensiling, with or without lactic acid bacteria, on aerobic stability of pearl millet and maize silages. **Journal of Applied Bacteriology**, v.78, p. 43-436, 1995.

WENDT, W.; CAETANO, V. R.; GARCIA, C. A. N. Manejo na cultura do trigo com finalidade de duplo propósito-forragem e grãos. **Comunicado Técnico**. Embrapa Clima Temperado. Pelotas. 2006.

WHITLOW, L.W.; HAGLER Jr., W.N. Effects of mycotoxins on the animal: The producer's perspective. In: SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK, Ithaca, 1997. **Proceedings**… Ithaca: NRAES, 1997. p. 222-232.

WILKINSON, J.M. Additives for ensiled temperate crops. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOTECNIA, 35., Botucatu,1998. **Anais**. Botucatu: SBZ, 1998. p.53-72.