

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens
de grãos úmidos de cereais de inverno**

Valdéria Biazus

Passo Fundo

2018

Valdéria Biazus

Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de grãos úmidos de cereais de inverno

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção de título de Doutor em Agronomia.

Orientador:
PhD. Renato Serena Fontaneli

Passo Fundo, 2018

CIP – Catalogação na Publicação

B579r Biazus, Valdéria

Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de grãos úmidos de cereais de inverno / Valdéria Biazus. – 2018.

74 f. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Renato Serena Fontaneli.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2018.

1. Agropecuária. 2. Grãos - Armazenamento - Silos. 3. Cereais. 4. Grãos - Fermentação. I. Fontaneli, Renato Serena, orientador. II. Título.

CDU: 631.563

ATA DE DEFESA DE TESE



PPGAgro

Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAMV

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a tese

“Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de grãos úmidos de cereais de inverno”.

Elaborada por

Valdéria Biazus

Como requisito parcial para a obtenção do grau de
“Doutora em Agronomia – Área de Produção e Proteção de Plantas”

Aprovada em: 27/04/2018
Pela Comissão Examinadora

Dr. Renato Serena Fontaneli
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador

Dr. Gilmar Roberto Meinerz
Universidade Federal Fronteira Sul

Dr. Walter Boller
Universidade de Passo Fundo

Dr. Edson Campanhola Bortoluzzi
Coordenador PPGAgro

Dr. Roberto Serena Fontaneli
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Dr. Hélio Carlos Rocha
Diretor da Faculdade de Agronomia e Medicina
Veterinária, Universidade de Passo Fundo

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Hermínio e Nelci Biazus pelo amor, dedicação, apoio, confiança e ensinamentos.

Meu irmão Silvio, minha cunhada Fabiane e meus queridos sobrinhos Pedro e Sofia por sempre estarem ao meu lado.

Aos meus amigos pelo carinho e incentivo.

Aos meus familiares pelo carinho e acolhida.

Ao meu orientador pelos ensinamentos e amizade.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia e a Universidade de Passo Fundo, pela oportunidade de realizar o curso.

À Capes pela bolsa concedida.

À Embrapa Trigo pela oportunidade de estágio e realização dos experimentos.

Ao Professor Dr. Renato Serena Fontaneli pela orientação, amizade e convivência harmoniosa durante todo o curso.

Ao Dr. Henrique Pereira dos Santos pela amizade e ensinamentos;

Aos funcionários e estagiários do Setor de Práticas Culturais da Embrapa Trigo, em especial, ao Evandro Ademir Lampert, Cedenir Medeiros Scheer, Luiz Vilson de Oliveira, Luis Carlos André Katzwinkel, José Leonir de Menezes Rheinheimer, Décio Pelizario, Itamar Pacheco do Amarante, Ingrid Rebechi, Taynara Pessebom, Bernardo Busatta, Daniela Favero, Angelica Manfron, Manuelli Zeni. Agradeço imensamente pela amizade, por sempre me ajudarem nos experimentos... Tenho muito orgulho de ter feito parte dessa equipe... Obrigada!

EPIGRAFE

Cada um de nós compõe a sua história...

Cada ser em si, carrega o dom de ser capaz...

E ser feliz!

(Almir Sater & Renato Teixeira)

RESUMO

BIAZUS, Valdéria. Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de grãos úmidos de cereais de inverno. 74 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

A região Sul do Brasil é caracterizada por propriedades produtoras de leite que tem a necessidade de aproveitar a área disponível de forma eficiente. Sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), entre eles a integração lavoura-pecuária (ILP), que integra atividades com objetivo de otimizar o uso da terra, da infraestrutura e da mão de obra, minimizando custos e diluindo os riscos. Produzir silagem de grãos úmidos de cereais de inverno, após pastejo no outono e inverno, seguido de diferimento para colheita de grãos é uma estratégia de geração de mais renda no inverno. A ensilagem visa conservar os nutrientes do material ensilado através da fermentação anaeróbica, com o mínimo de perdas de matéria seca e energia. A silagem de grãos pode ser uma opção de suplementação concentrada no manejo alimentar de animais de produção, levando à redução significativa dos custos de alimentação. O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade, o valor nutritivo e as características de fermentação de silagens de grãos úmidos de cereais de inverno. Os experimentos foram conduzidos no campo experimental da Embrapa Trigo no município de Coxilha (RS) nos anos de 2016 e 2017. Foram avaliados dois sistemas de produção com quatro espécies de cereais de inverno, aveia-branca, cevada, trigo e triticale. No primeiro sistema foi simulado o sistema ILP, na qual foi realizada uma colheita de forragem verde e posterior colheita de grãos úmidos para ensilagem. No segundo sistema não foi realizado corte, somente colheita de grãos úmidos que foram ensilados. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. As variáveis avaliadas foram a estatura de planta, teor e rendimento de matéria seca, valor nutritivo da forragem, rendimento e valor nutritivo dos grãos e da silagem, pH, massa específica e perdas na ensilagem. Foi observado que os cereais de inverno possuem características adequadas para produção de silagem nos dois sistemas de produção.

Palavras-chave: 1. Sistemas integrados de produção agropecuária. 2. Integração lavoura-pecuária. 3. Redução de custos 3. suplementação concentrada.

ABSTRACT

BIAZUS, Valdéria. Grain yield, nutritional value and fermentation characteristics of high moisture winter cereal silage. 74 f. Thesis (Doctor in Agronomy) – University of Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

The South of Brazil is characterized by milk producing properties that have the necessity to use of the available area in an efficient way. Integrated systems of agricultural production (SIPA), among them the agriculture-cattle integration (ILP), which integrates activities with the objective of optimizing the use of the ground, infrastructure and labor, minimizing costs and diluting the risks. Produce moist grains silage of winter cereals, after grazing in autumn and winter, followed by deferral for harvesting grain is a strategy to generate more income in the winter. The ensiling aims to conserve the nutrients of the ensiled material through the anaerobic fermentation, with minimal loss of dry matter and energy. The grain silage may be an option of concentrate supplementation in the management of food of animal production, leading to a significant reduction of the costs of feed. The objective of this work was to evaluate the productivity, nutritional value and the fermentation characteristics of silage of moist grains of winter cereals. The experiments were conducted in the experimental field of Embrapa Trigo in the city of Coxilha (RS) in the years 2016 and 2017. Two production systems were evaluated with four species of winter cereals, blank oats, barley, wheat and triticale. In the first system was simulated the ILP system, in which there was a harvest of green fodder and later wet grain harvest for silage. In the second system has not been carried out cutting, only wet grain harvest that were ensiled. The experimental design was in randomized blocks with four repetitions. The variables evaluated were plant stature, contents and dry matter yield, nutritive value of the forage yield and nutritive value of grain and silage, pH, specific mass and losses in silage. It was observed that the winter cereals have suitable characteristics for the production of silage in the two production systems.

Key words: 1. Integrated systems of agricultural production. 2. agriculture-cattle integration.. 3. reduction of costs. 4. concentrate supplementation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1	<i>Cereais de inverno para produção em sistema duplo propósito</i>	14
2.2	<i>Valor nutritivo dos grãos de cereais de inverno</i>	17
2.3	<i>Valor nutritivo da forragem de cereais de inverno</i>	19
2.4	<i>Silagem de grãos úmidos</i>	21
2.5	<i>Processo fermentativo em silagens de grãos úmidos</i>	23
2.6	<i>Utilização da silagem de grãos úmidos</i>	27
3	CAPÍTULO I	30
3.1	<i>Resumo</i>	30
3.2	<i>Introdução</i>	30
3.3	<i>Material e Métodos</i>	32
3.4	<i>Resultados e Discussão</i>	34
3.5	<i>Conclusões</i>	44
4	CAPÍTULO II	46
4.1	<i>Resumo</i>	46
4.2	<i>Introdução</i>	46
4.3	<i>Material e Métodos</i>	48
4.4	<i>Resultados e Discussão</i>	50
4.5	<i>Conclusões</i>	59
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
6	CONCLUSÃO GERAL	62
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas devido ao desenvolvimento do setor agropecuário percebeu-se, em diferentes sistemas de produção agropecuária, a busca por alternativas que permitam racionalizar o uso da terra, aumentando a produtividade e melhorando a sustentabilidade dos sistemas de produção, com aumento da renda dos produtores.

A região Sul do Brasil é caracterizada por pequenas propriedades produtoras de leite que tem a necessidade de aproveitar a área disponível de forma eficiente. Nesse contexto uma alternativa a ser usada é a integração lavoura-pecuária (ILP), que integra as duas atividades, com objetivo de otimizar o uso da terra, da infra-estrutura e da mão de obra, minimizando custos e diluindo os riscos (MELLO et al., 2004a).

A mais destacada vantagem do sistema ILP é a possibilidade de produção de forragens com valor nutritivo alto para alimentação dos animais em épocas críticas. O sistema deve ser manejado dentro do conceito de sustentabilidade econômica e ambiental (OLIVEIRA, 2008, p. 445). Dentro desse conceito, as áreas de lavoura dão suporte à pecuária por meio da produção de alimento para o animal, seja na forma de grãos, silagem e feno ou de pastejo direto, aumentando a capacidade de suporte da propriedade, permitindo a venda de animais na entressafra e proporcionando melhor distribuição de receita durante o ano (MELLO et al., 2004a).

Além da produção de forragem de qualidade em um período de entressafra, a produção de grãos de cereais de inverno após o pastejo pode ser uma alternativa para suplementação concentrada dos animais. O uso de alimentos concentrados tem por objetivo suplementar os alimentos volumosos nas suas deficiências em termos qualitativos e quantitativos e, em sistemas mais intensivos aumentar a produção de leite por animal. Devido ao seu elevado custo, é necessário racionalizar a sua utilização (LANA, 2007, p. 67).

Os custos de produção devem ser baixos para que a sistema produtivo seja viável. A alimentação animal corresponde em média a 70% dos custos totais de produção. Geralmente os alimentos concentrados são mais onerosos e têm maior impacto no custo final da dieta, representam em média 30 a 40% dos custos operacionais totais (NOGUEIRA, 2004, p. 5).

Uma técnica que pode auxiliar para diminuição dos custos na alimentação concentrada é a produção de silagem de grãos úmidos no inverno. Essa técnica visa à produção de alimento concentrado de qualidade dentro da propriedade através da ensilagem de grãos com umidade superior a 30%. Esse processo visa preservar o valor nutritivo dos grãos que podem servir de alimento para os animais por um período longo de tempo. Essa técnica diminui o custo final da dieta porque a silagem de grãos tem menor custo por kg, comparado ao grão seco, pois elimina as etapas de transporte, secagem e armazenamento dos grãos. Além de diminuir o custo final da dieta, reduz as perdas na lavoura e principalmente na armazenagem devido ao ataque de insetos e micotoxinas. Além disso, a colheita é antecipada em três a quatro semanas, o que permite liberar a área para plantio da cultura subsequente otimizando o uso da terra (KRAMER; VOORSLUYS, 1991).

A silagem de grãos úmidos de milho é amplamente utilizada na Europa, Estados Unidos e Canadá e fornecida diretamente na alimentação de várias espécies animais, como suínos, ovinos, bovinos de leite e de corte, pois, possui adequado valor nutritivo, alta digestibilidade além do menor custo. Apresenta-se como uma fonte de suplementação energética, não sazonal, aos animais. O conhecimento do valor nutritivo do alimento ensilado, quando armazenado e removido adequadamente, permite o planejamento da produção (carne e leite) com base em um material homogêneo, de composição química mensurável, que permite a confecção de dietas equilibradas nutricionalmente (NEUMANN; RESTLE; BRONDANI, 2004).

A produção de silagem de grãos úmidos no inverno pode ser aliada a produção de forragem no sistema ILP fornecendo alimento volumoso e concentrado na mesma área. Pode ser utilizadas as cereais de inverno como as aveias (*Avena* sp.), cevada

(*Hordeum vulgare* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) e triticale (X *Triticosecale Wittmack*). Esses são geralmente utilizados para produção de grãos para alimentação humana e animal, como pastagens ou forragem conservada, na forma de feno ou silagem. Eles também podem ser utilizados como espécies de duplo propósito, produzindo forragem precocemente e ainda grãos (SANTOS et al., 2002).

Este trabalho está organizado da forma que nesta introdução está apresentada a problemática, a justificativa, a hipótese e os objetivos. O próximo componente deste trabalho - revisão da literatura - apresenta aspectos conceituais sobre o sujeito (Cereais de inverno) e o objeto da pesquisa (silagem de grãos úmidos). No capítulo I são apresentados e discutidos os resultados de dois experimentos sobre o potencial de utilização da forragem e dos grãos de cereais de duplo propósito na alimentação de ruminantes. No capítulo II são apresentados e discutidos os resultados do valor nutritivo e características fermentativas da silagem de grãos úmidos de cereais de inverno. Em seguida, faz-se considerações finais a respeito dos dois experimentos, e, por fim, apresenta-se a conclusão geral.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Cereais de inverno para produção em sistema duplo propósito

Os cereais de inverno normalmente são cultivados com o objetivo de produzir grãos, para a alimentação humana e animal, ou como forrageiras para formação de pastagens. As espécies mais cultivadas são a aveia-branca, a cevada, o trigo e o triticale. Estes podem ser utilizados como espécies de duplo propósito, produzindo forragem precocemente e ainda grãos, com baixo custo, contribuindo para maior estabilidade da produção (BORTOLINI et al., 2004).

Da mesma forma que a produção animal é favorecida, a produção de grãos também pode beneficiar-se da integração lavoura-pecuária, principalmente quando ocorre o pastejo direto em forrageiras anuais semeadas em áreas de produção de grãos (MEINERZ, 2009). Isto é decorrente da reciclagem de nutrientes de acordo com Monteiro e Werner (1989) cerca de 90% do nitrogênio e do potássio retornam ao solo pelo sistema de pastejo direto, através da deposição das fezes e urina dos animais.

A utilização de gramíneas para pastejo de bovinos no período de inverno busca não só a obtenção de uma pastagem de qualidade para utilização animal, mas também a produção de resíduo de palha para o plantio direto. Resíduo este de grande importância na promoção e manutenção do equilíbrio do solo através da proteção contra radiação solar, absorção do impacto de gotas da chuva, na retenção, absorção e na redução da evaporação de água, no controle de plantas daninhas, reciclagem de nutrientes, além de beneficiar a atividade biológica do solo (GASSEN; GASSEN, 1996, p. 112).

Os cereais de inverno são utilizados em cultivo singular ou consorciados, em áreas integradas com cultivos estivais (grãos ou pastos de verão), ou sobressemeadas em pastagens naturais (NABINGER, 2006, p. 52). Na Região Sul do Brasil a consorciação

de aveia-preta, centeio e azevém são muito comuns, apesar de serem três gramíneas, a consorciação permite o pastoreio por maior período de tempo em relação a essas espécies cultivadas de forma isolada (POSTIGLIONE, 1982, p. 14).

Para que o sistema de duplo propósito seja estabelecido com sucesso é necessário que as cultivares utilizadas tenham um ciclo apropriado para o pastejo e colheita de grãos, com fase vegetativa longa e reprodutiva curta (DEL DUCA; FONTANELI, 1995)

Os cereais de inverno de duplo propósito apresentam rápido estabelecimento, alta capacidade de perfilhamento e hábito de crescimento ereto a semiereto. Estas características favorecem a oferta de massa verde num período em que pastagens de inverno ainda estão em formação, diminuindo o déficit de forragem comum neste período. Estes cultivares devem ter um ciclo apropriado para o pastejo e colheita de grãos (REBUFFO, 2001, p. 28). As espécies usadas para este fim e objeto desse estudo são a aveia-branca, cevada, trigo e triticale.

A aveia-branca é uma gramínea anual de inverno e pode ser utilizada para pastejo direto, conservação na forma de feno e silagem, inclusive de grãos úmidos, ou como duplo propósito (FONTANELI, Renato Serena; SANTOS; FONTANELI, Roberto Serena, 2012a, p. 135). Quando a aveia-branca for utilizada para duplo propósito, ou seja, para pastejo inicial e posterior colheita de grãos, feno ou silagem, os animais devem ser retirados da área, o mais tardar, no início de agosto, para a região de Passo Fundo, RS (COMISSÃO., 1995). Aveia-branca é menos rústica do que a aveia preta, mais exigente em fertilidade de solo e menos resistente à seca, mas mais tolerante ao frio. A época de semeadura de aveia-branca é de março a maio, para pastagem, e de maio a julho, para produção de grãos. Pode produzir até 7.000 kg de MS/ha (FONTANELI, Renato Serena; SANTOS; FONTANELI, Roberto Serena, 2012a, p. 537), e em média 3.000 kg de grãos/ha em sistemas de integração lavoura-pecuária (FONTANELI et al., 2012b).

A cevada é uma planta de clima frio e foi adaptada para produzir em regiões de clima temperado (HUNTINGTON, 1997). É o quinto grão em ordem de importância econômica e social no mundo, perdendo apenas para o arroz, o milho, o trigo e a soja. O grão é utilizado na industrialização de bebidas, cerveja e destilados, na composição de farinhas ou flocos para panificação, na produção de medicamentos, na formulação de produtos dietéticos e sucedâneos de café. A cevada é ainda empregada na alimentação animal como forragem e na fabricação de rações, que constitui o principal uso em escala mundial - 68% da produção. Tem sido considerada como um ingrediente adequado na alimentação de suínos, principalmente por conter teores de proteína bruta e aminoácidos essenciais mais elevados que o milho, embora tenha alto conteúdo de fibra bruta e menos energia do que o milho (CORNEJO et al., 1973).

Desde a sua domesticação, a cevada vem sendo alterada geneticamente, visando à adaptação a diferentes condições ambientais, sistemas de produção e uso do grão. Seu melhor desenvolvimento está diretamente ligado aos ambientes de elevada luminosidade diária e temperaturas amenas (CAIERÃO; CUNHA; PIRES, 2009, p. 167). Destaca-se pelo vigor de crescimento no início do ciclo, perfilhamento e precocidade na produção de forragem. O pastejo pode ser realizado a partir dos 25 a 30 cm de altura, observando-se altura de resíduo de 5 a 10 cm de altura, similar a aveia preta e aos demais cereais de inverno de duplo propósito. Produz de 3 a 5 toneladas de MS/ha e 3 toneladas de grãos/ha (FONTANELI, Renato Serena; SANTOS; FONTANELI, Roberto Serena, 2012a, p. 537).

O trigo é uma gramínea anual de inverno, tem papel fundamental na diversificação das culturas nas propriedades agropecuárias, como alternativa econômica no período de inverno. É utilizado na alimentação de animais na forma de forragem verde e feno, duplo propósito, além de cobertura vegetal, adubação verde e principalmente na alimentação humana (SCHEEREN, 1984, p. 44). A maioria dos cultivares semeados no mundo são adequadas à produção de grãos destinados a fabricação de farinha. Desde algum tempo foram também criados cultivares com período vegetativo mais longo e ciclo tardio-precoces que podem ser usados para duplo-propósito (DEL DUCA, 1993). Esses trigos devem ter como características principais a

elevada produção de massa verde, tolerância ao pastejo ou corte e produção de grãos (DEL DUCA; MOLIN; SANDINI, 2000). Tem sido usado em diversos países, como USA, Austrália, Uruguai e Argentina, como alternativa econômica em sistemas mistos de produção agrícola (EPPLIN; KRENZER; HORN, 2001). Produz de 4-6 toneladas de MS/ha e 2 a 3 toneladas de grãos/ha (MEINERZ et al., 2012).

O triticale é uma gramínea anual de inverno resultado do cruzamento entre espécies de trigo (*Triticum aestivum*) e de centeio (*Secale cereale*) (LOPES et al., 2008). Na alimentação animal, o triticale é utilizado, predominantemente, como fonte energética na formulação de dietas, possuindo ampla gama de usos potenciais, quer sob a tradicional forma de grãos secos, como também de forragem verde, de silagens de planta inteira ou de grãos úmidos, de pré-secados e fenos, e mesmo, por meio de pastejo direto (BAIER, 1997). Os níveis mais baixos de glúten e de beta-glucanas observados no triticale, assim como a menor tendência para acidificar o intestino de ruminantes, colocam o cereal em posição favorável para alimentação destes animais, sendo o desempenho muito semelhante àqueles alimentados com milho ou cevada (SALMON; MERGOUM; Mac PHERSON, 2004, p. 30). Produz em média de 4-7 toneladas de MS/ha (FONTANELI, Renato Serena; SANTOS; FONTANELI, Roberto Serena, 2012a, p. 538).

2.2 Valor nutritivo dos grãos de cereais de inverno

O valor nutritivo de um alimento refere-se à concentração de nutrientes, ou seja, energia, proteína bruta, digestibilidade e teor de fibras (BALL et al., 2001). Na alimentação de vacas leiteiras, o consumo de matéria seca e sua digestibilidade determinam a quantidade de nutrientes disponíveis para manutenção e produção de leite (NRC, 2001, p. 139).

A proteína é o nutriente mais requerido, depois da energia, para o desenvolvimento das funções metabólicas dos ruminantes. O requerimento proteico de vacas lactantes ocorre mediante a absorção de aminoácidos pelo intestino delgado proveniente da proteína microbiana verdadeira, proteína não degradada no rúmen e

proteína endógena, que contribuem para o suprimento de proteína metabolizável. Entretanto, a ingestão de proteína bruta abaixo de 7% da MS da dieta proporciona menor desempenho animal (VAN SOEST, 1994, p. 87). Os cereais de inverno (tabela 1) possuem valor nutritivo adequado para a utilização em dietas para animais de produção (bovinos de leite e corte, suínos e aves).

Tabela 1- Teores de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE) de grãos de cereais de inverno.

Cereal	PB (%)	NDT (%)	FDN (%)	Fonte
Aveia	14	65	63	(Valadares Filho et al., 2006, p. 256)
Cevada	7,5 -18	80	20	(Boyles et al., 1990)
Trigo	16	88	8,0	(Goes et al., 2004)
Triticale	14	-	-	(Oliveira et al., 2007)

Os grãos de cereais normalmente utilizados na alimentação dos ruminantes fornecem altos teores de amido, sendo que o milho e o sorgo possuem em média 72%, enquanto a cevada, aveia e trigo possui respectivamente 57; 58 e 77% (HUNTINGTON, 1997). O amido é uma molécula heterogênea, constituído por dois polímeros de glicose, amilose (22 a 28%) e amilopectina (72 a 78%). Fisicamente, o amido se constitui de grânulos nos quais a amilose e amilopectina estão ligadas por pontes de hidrogênio. O grão de milho integral possui taxa de digestão de 62,6%, o grão quebrado de 65%, o grão moído de 76,4% e o grão úmido de 86%. Animais de alta produção necessitam de dietas balanceadas que forneçam os nutrientes necessários para a máxima expressão do seu potencial de produção. As fontes de amido mais comumente utilizadas são os grãos de cereais (MORON et al., 1999).

A colheita do grão para silagem com maior teor de umidade, em relação ao grão seco, pode ter efeito benéfico sobre a digestibilidade ruminal da matéria seca, pois a matriz protéica que encobre os grânulos de amido não está formada e facilitará a digestão do amido. A maior digestibilidade do amido dos grãos ensilados deve-se, sobretudo, a fragilização da matriz protéica que recobre os grãos de amido do endosperma periférico (DEMARQUILLY; ANDRIEU, 1996).

Além disso, o endosperma dos cereais, em especial a região periférica, é cercado por uma parede celular rica em compostos β -glucanos que prejudica a atividade microbiana e também a matriz protéica que envolve os grânulos de amido dificulta a atividade das amilases, visto que deve ocorrer uma proteólise simultânea, para que as bactérias possam utilizar o amido. Desta forma, quando a cutícula é quebrada as características da matriz protéica e do endosperma do grão irão determinar a taxa de adesão e fermentação do amido pelas bactérias ruminais (KOTARSKI; WANISKA; THURN, 1992).

O aumento na proporção de amido degradado no rúmen se traduz em aumento da eficiência alimentar (ganho de peso/kg de alimento), e também aumento no teor de proteína no leite (HUNTINGTON, 1997). De acordo com Demarquilly e Andrieu (1996), isso é contrário à teoria que sugere que o amido é utilizado mais eficazmente quando é digerido e absorvido sob forma de glicose no intestino delgado, em relação à degradação para AGV no rúmen.

Um dos maiores problemas relacionados à maior digestão ruminal de amido está relacionado à diminuição do teor de gordura no leite, provavelmente devido a diminuição na relação acetato/propionato ou a atividade da insulina, esse fato pode levar ao decréscimo do pH ruminal e desenvolvimento da acidose ruminal (De VISSER et al., 1993).

2.3 Valor nutritivo da forragem de cereais de inverno

O valor nutritivo da forragem refere-se à sua composição química e à sua digestibilidade (percentagem do alimento que é aproveitada pelo organismo animal). O que se busca em uma forrageira é a sua capacidade de atender, pelo maior período possível, as demandas nutricionais dos animais (EUCLIDES, 2001, p. 47).

As plantas forrageiras podem ser divididas quimicamente e anatomicamente em duas frações, parede celular e conteúdo celular. A parede celular é a porção fibrosa, composta por carboidratos estruturais, como celulose e hemicelulose, lignina e outros

compostos fenólicos, além de ceras e sílica. A quantidade e digestibilidade da parede celular determinarão o consumo e a produtividade animal (BALL et al., 2001).

A qualidade da forragem tem íntima relação com o tipo de fibra necessária para maximizar a função ruminal. A parte lignificada da fibra é indigestível e por essa razão este material não forneceria substrato para uma adequada ruminação. Além disso, a forragem deve fornecer energia para o crescimento microbiano. O termo qualidade da forragem depende do adequado fornecimento de parede celular vegetal, de sua ótima digestibilidade, e de sua taxa de digestão. A taxa de digestão é importante em virtude de ser determinante da quantidade total de energia alimentar disponível por unidade de tempo. Forragens de baixa qualidade tendem a resultar em baixas taxas fermentativas que atendem apenas aos requisitos de manutenção das bactérias ruminais. Esta condição impõe limites severos no aproveitamento desse tipo de forragem pelo animal (VAN SOEST, 1994, p. 42).

A parede celular pode ser separada em fibra detergente neutro (FDN) que determina a sua concentração na planta e expressa a fibra digestível (celulose, hemicelulose e lignina). O teor de FDN está diretamente relacionado a fatores como ciclo da cultivar, temperaturas noturnas, teor de carboidratos solúveis, entre outros. O teor de fibra detergente ácido (FDA) determina a qualidade da parede celular e expressa a fração indigestível (celulose e lignina), está relacionado com a digestibilidade da forragem, pois a celulose e a lignina são as frações da fibra de menor digestibilidade (CRUZ, 1998, p. 102). Estes dois componentes, FDN e FDA, determinam respectivamente o potencial de consumo e digestibilidade da matéria seca da planta e, por sua vez, o valor nutritivo da forragem quando associados com o teor de proteína, minerais, vitaminas e concentração energética (BERCHIELI; GARCIA; OLIVEIRA, 2011, p. 565).

O conteúdo celular é composto por componentes digestíveis da célula, como ácidos orgânicos, proteínas, lipídeos e açúcares. Esta porção da célula apresenta alta digestibilidade, em torno de 90% a 100% (MOORE; HATFIELD, 1994).

A quantidade e a qualidade da forragem produzida pelos cereais de inverno são determinadas por diversos fatores, como a variabilidade entre as espécies, entre genótipos de mesma espécie e sua adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas (BRUCKNER; HANNA, 1990).

As maiores mudanças que ocorrem no valor nutritivo das forrageiras são aquelas que acompanham a maturação. Ocorre uma queda nos componentes digestíveis, tais como carboidratos solúveis (são açúcares), proteína e minerais e um aumento de lignina, celulose e hemicelulose protegidas, e outras frações indigestíveis, como cutícula e sílica (EUCLIDES; ZIMMER; VIEIRA, 1989). Durante os estádios de crescimento das plantas, ocorrem variações nos níveis nutritivos, diminuindo a quantidade de folhas, teor de PB e minerais. Ao mesmo tempo, eleva-se o percentual de colmos no dossel e fibra bruta, reduzindo a digestibilidade e o consumo da pastagem (BLASER, 1988). Na tabela 2 estão descritos os nutrientes de três espécies de cereais de inverno para duplo propósito.

Tabela 2 – Teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e digestibilidade da matéria seca (DMS) da forragem verde no estágio vegetativo

Cereal	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	DMS (%)
Aveia-branca UPF 18	21,5	50,0	23,0	71,0
Cevada BRS 224	20,8	52,9	27,7	67,3
Trigo BRS Umbu	23,4	53,6	26,8	68,1
Triticale BRS 148	22,8	53,8	24,3	70,0

Fonte: Adaptado de Fontaneli et al. (2007) e Fontaneli et al. (2009).

2.4 Silagem de grãos úmidos

Os primeiros estudos sobre a silagem de grão úmido foram realizados nos Estados Unidos no final da década de 1950. No Brasil, a silagem de grãos úmidos de cereais foi introduzida a partir de 1981 na região de Castro (PR) pelos criadores de suínos e, posteriormente utilizada na alimentação de bovinos de leite e de corte. A técnica permaneceu restrita a essa região até o início da década de 1990, quando

iniciaram os primeiros estudos científicos (COSTA; ARRIGONI; SILVEIRA, 1998). As primeiras publicações científicas sobre silagem de grãos úmidos são da década de 1990 (JOBIM, 1996; JOBIM; REIS; RODRIGUES, 1997).

O processo de ensilagem tem como objetivo principal preservar os nutrientes presentes no material ensilado, com o mínimo de perdas de MS e energia (SOUZA et al., 2009). A tecnologia de ensilagem de grãos úmidos consiste em efetuar a colheita quando os grãos apresentam umidade entre 30 e 40%, devendo estes ser totalmente triturados para facilitar a compactação, visando obter massa específica entre 1.000 e 1.200 kg de grãos úmidos por metro cúbico (MELLO, 2004b).

Os grãos colhidos com umidades superiores a 40% provocam perda de matéria seca, fermentação excessiva e perda de energia durante a estocagem (JOBIM et al., 1999), assim como dificultam a colheita levando a perdas quantitativas decorrentes de baixa eficiência do processo mecânico na debulha dos grãos aderidos no sabugo. Quando ensilado com umidade inferior a 30%, terá consistência endurecida, o que acarreta maiores perdas na passagem pelo trato digestório, conseqüentemente, baixo aproveitamento do amido disponível para fermentação no rúmen; além disso, umidades inferiores a 30% também otimizam as perdas da matéria seca pela dificuldade de compactação no silo prejudicando a fermentação e provocando instabilidade aeróbia (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000, p. 303). O processo de ensilagem de grãos úmidos deve seguir o mesmo princípio da fermentação anaeróbia (JOBIM et al., 1999).

Ensilar o grão úmido gera benefícios como de antecipar a colheita em três a quatro semanas, o que permite liberar a área para plantio da cultura subsequente otimizando o uso da terra. Pode-se reduzir significativamente as perdas a campo por condições climáticas adversas, além de diminuir a presença de fungos e toxinas nos grãos (JOBIM et al., 1996).

As silagens de grãos úmidos mostram melhor digestibilidade *in vitro* e *in vivo* da matéria seca em comparação ao grão seco (HIBBERD et al., 1985). As ações de ácidos orgânicos produzidos durante o processo fermentativo podem causar rupturas na matriz

proteica que recobre os grânulos de amido dos grãos, bem como na estrutura desses grânulos, aumentando, assim, a área exposta à ação enzimática, principalmente sobre o processamento dos grãos de milho e sorgo, os quais apresentam uma matriz proteica muito resistente (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986). Church (1986, p. 327) demonstrou que a silagem de grão úmido de sorgo apresenta melhor degradabilidade ruminal quando comparada ao grão seco.

2.5 Processo fermentativo em silagens de grãos úmidos

A ensilagem de grãos úmidos consiste na colheita dos grãos logo após a maturação fisiológica, ocasião em que se verifica teor de umidade ao redor de 28 a 35%. Caracteriza-se pelo momento em que cessa a translocação de nutrientes da planta para os grãos. A tecnologia de ensilagem de grãos deve seguir o mesmo princípio (fermentação anaeróbia) daquela utilizada para conservação de qualquer forrageira, ou seja, devem-se tomar todos os cuidados em relação à colheita, carregamento, compactação, vedação e posterior descarregamento do silo (JOBIM; CECATO; CANTO, 2001).

A conservação de forragens e grãos na forma de silagem depende diretamente da rápida queda e estabilização do pH, e conseqüentemente uma melhor conservação do material ensilado. Para que haja rápida queda do pH é necessário que o material tenha quantidade de açúcares prontamente fermentáveis presentes no material ensilado. Se a concentração de carboidratos solúveis é adequada, as condições são mais favoráveis para o estabelecimento e crescimento de bactérias do gênero homofermtativas, as quais produzem o ácido láctico, que é o desejado (GUIM, 2002, p. 89).

O processo de ensilagem é dividido em quatro fases, de diferentes durações e intensidades, as quais não podem ser separadas precisamente uma da outra (PAHLOW; MUCK; DRIEHUIS, 2003, p. 67).

Fase aeróbica inicial: caracteriza-se pela presença de oxigênio junto ao material que será ensilado. Nesta fase, a principal reação que ocorre é a respiração celular, que

utiliza o oxigênio do ar e substratos presentes no material picado, produzindo CO₂, calor e H₂O. Os substratos usados para a respiração são os carboidratos solúveis, devido à facilidade com que são assimilados ao processo. São formados de açúcares simples e se prestam tanto como substrato para o processo fermentativo da silagem como energia para o animal (SILVA et al., 2011).

A fase aeróbica é indesejável, entretanto ela é obrigatória no processo de ensilagem (SILVEIRA, 1975, p. 156). Quanto mais tempo o material permanecer exposto ao ar, mais carboidratos solúveis serão consumidos, podendo implicar em menor conteúdo energético da silagem, menor eficiência no processo de fermentação e aquecimento excessivo da massa ensilada (SILVA et al., 2011). Além de excessiva produção de calor que pode comprometer a integridade e disponibilidade das proteínas da forragem. Acima de 49 °C, a proteína pode reagir com os carboidratos da planta, passar a fazer parte da fibra em detergente ácido (FDA) e torna-se indigestível (reação de Maillard) (SILVEIRA, 1975, p. 156).

Fase de fermentação principal: esta fase se estende por uma a quatro semanas dependendo das propriedades do material ensilado e das condições de ensilagem (MUCK; PITT, 1993). Uma vez que as condições de anaerobiose são estabelecidas, os microrganismos anaeróbios dominam o processo de fermentação (SILVA et al., 2011).

As bactérias ácido lácticas são responsáveis pela produção do ácido láctico, o qual ajuda no controle de uma variedade de microrganismos anaeróbios facultativos e obrigatórios, tais como enterobactérias, leveduras, bacilos e clostrídios, que competem por carboidratos solúveis em água. As bactérias ácido lácticas são um grupo de microrganismos Gram-positivos, catalase negativos, não formadores de esporos e que geralmente crescem sob condições microaerófilas ou estritamente anaeróbicas (MUCK; PITT, 1993).

Fase estável: nesta fase, somente a hidrólise ácida de polissacarídeos e a proteólise são mantidas, como resultado da atividade de enzimas ácido-tolerantes (PAHLOW et al., 2003). Neste período, podem ocorrer fermentações secundárias,

resultando em deterioração da silagem. Estas fermentações estão associadas à deficiência de carboidratos fermentescíveis, ou a uma lenta produção de ácido láctico, conduzindo a uma ineficiente inibição da flora deterioradora, como as bactérias do gênero *Clostridium* (SILVA et al., 2011).

Fase de descarga: iniciada após a abertura do silo, a presença de oxigênio favorecerá a atividade de micro-organismos indesejáveis tais como fungos, leveduras e bactérias produtoras de ácido acético, podendo deteriorar a silagem. Esta deterioração se manifestará através da produção de calor e CO₂, diminuição da concentração de ácido láctico e aumento de pH, além do decréscimo no valor nutricional da silagem (TOMICH et al., 2003). Silagens que sofreram deterioração são denominadas de silagens instáveis anaerobiamente, nas quais as perdas de matéria seca podem ser elevadas, perdas de matéria seca da ordem de 1,5-4,5% ao dia nas áreas afetadas (OUDE ELFERINK et al., 2001).

Os dados de uma análise de fermentação podem nos dizer se ocorreu uma fermentação excelente, média ou pobre. Com base nessas análises, geralmente pode-se fazer alguns pressupostos sobre os tipos de microorganismos que controlaram a processo de ensilagem, em muitos, mas não em todos os casos, o a fermentação que uma cultura sofre pode ser explicada por vários fatores de colheita, como o teor de umidade, capacidade de armazenamento e conteúdo de açúcar. Contudo, fatores de gerenciamento como velocidade de enchimento do silo, densidade da silagem, tipo de aditivo usado, gerenciamento de silo durante o armazenamento e alimentação pode afetar a fermentação. Em alguns casos, as análises de fermentação podem explicar qualitativamente o valor nutritivo da silagem, mas não podem ser usadas para ajustar as dietas. Assim, eles sempre devem ser usados em conjunto com outras análises padrão, isto é, FDA, FDN, PB, NDT, DMS (KUNG; SHAVER, 2001).

A condutividade elétrica é um parâmetro que avalia a intensidade da ruptura celular da forragem, quando submetida ao corte as membranas celulares são rompidas e o conteúdo intracelular é liberado carregando íons. Esse extravasamento pode ser maior ou menor, conforme o tamanho das partículas, ou seja, quanto menor o

tamanho da partícula acredita-se que mais células sejam rompidas, liberando seu conteúdo intracelular, A mensuração da condutividade elétrica do material em análise, avalia a intensidade da ruptura celular da forragem submetida ao corte e o consequente lixiviação de íons para a solução (KRAUS et al., 1997).

A massa específica da silagem é um dos fatores determinantes da qualidade final da silagem. A densidade e o teor de matéria seca determinam a porosidade da silagem, a qual estabelece a taxa de aeração e, posteriormente, influencia o grau de deterioração na armazenagem e na desensilagem (JOBIM et al., 2007). As silagens que são confeccionadas com baixa densidade apresentam maior quantidade de ar residual na massa, o que acarreta maior período de respiração (liberação de CO₂ e perda de matéria seca), maior consumo de carboidratos solúveis, redução na velocidade de produção de ácidos orgânicos e maior valor final de pH (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991, p. 110).Devido à dificuldade de compactação durante a ensilagem, as zonas mais porosas estão localizadas nas camadas superficiais e laterais do silo. Quanto maior a porosidade da massa, mais facilmente o ar poderá penetrar no seu interior. Assim, a redução da porosidade é de fundamental importância para conter a deterioração aeróbia (BERNARDES; AMARAL; NUSSIO, 2009).

A massa específica é definida como a razão entre a massa de uma quantidade da substância e o volume por ela ocupado. Várias metodologias vêm sendo testadas para avaliação da ME de silagens, em sua maioria constituída por pesagem da massa de forragem retirada de um volume conhecido do silo, sendo os valores expressos em kg de MS ou MV/m³. A aplicação de métodos indiretos na avaliação da ME tem sido estudada, visando a facilitar operacionalmente a tomada desses dados em condições de campo (JOBIM et al., 2007).

A perda de matéria seca é um ponto importante que deve ser levado em consideração na qualidade final da silagem. A mensuração das perdas de matéria seca e dos demais nutrientes na ensilagem é difícil e exige metodologias específicas e precisas, pois dependem da coleta de amostras representativas as condições do silo. As perdas de um alimento ensilado são quantificadas pelo desaparecimento, em partes, de sua

constituição bromatológica, sendo a matéria seca o principal fator mensurado para estimar perdas no processo, segundo (NEUMANN et al., 2007).

Plantas com baixos teores de matéria seca são propensas a fermentações secundárias, ocasionando elevadas perdas de nutrientes e a formação de produtos que depreciam o valor nutritivo da silagem. Uma forma de reduzir o teor de umidade é a inclusão de produtos com teores elevados de matéria seca, no momento da ensilagem, que podem alterar, segundo Van Soest (1994, p. 116), tanto a composição químico-bromatológica quanto o valor nutritivo das silagens, influenciando o curso da fermentação e favorecendo a conservação das mesmas.

2.6 Utilização da silagem de grãos úmidos

No Brasil, as pesquisas confirmam a utilização de silagem de grãos úmidos de cereais como componente energético da dieta para várias espécies animais de interesse zootécnico (COSTA; MEIRELLES; REIS, 2004). Atualmente, com a mudança nos conceitos sobre a eficiência do uso do amido pelos ruminantes, está comprovado o melhor desempenho animal quando alimentados com amido de alta degradação ruminal (JOBIM et al., 1996).

Os benefícios do processamento de grãos de cereais mostrou um aumento na digestibilidade ruminal do amido, resultando em maior quantidade de energia disponível para o desenvolvimento da população microbiana, que resultam em uma maior produção de ácidos graxos de cadeia curta. Entre os métodos de processamento utilizados, os químicos físicos, como floculação ou silagem de alta umidade, foram bastante eficazes (OWENS et al., 1997).

Petit e Santos (1996) avaliaram a produção e composição do leite de vacas alimentadas com concentrado à base de grão úmido de trigo e de milho. As vacas alimentadas com grão úmido de trigo apresentaram gordura do leite maior do que 4% comparadas com as alimentadas com grãos úmidos de milho, já composição do leite foi semelhante para os dois tratamentos. A degradabilidade ruminal da matéria seca e

amido foram maiores para o trigo do que para grãos úmidos de milho. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca foi maior para o trigo (90,5%) do que para milho (71,6%) e a maior digestibilidade contribuiu para a maior produção de leite de vacas alimentadas com trigo.

Reis et al. (2001) avaliaram o uso de grãos de milho em diferentes formas (grãos secos, silagem de grãos úmidos, grãos hidratados e ensilados) na dieta de cordeiros confinados e constataram que a utilização de silagens de grãos úmidos de milho ou de grãos hidratados, em substituição ao grão de milho seco, pode ser utilizada sem restrições na alimentação de cordeiros para produção de carne, sem prejuízo à qualidade da carcaça e observaram também que os animais que consumiram concentrado com 100% de silagem de grãos úmidos de milho ou 100% silagem de milho hidratado em substituição aos grãos de milho seco apresentaram maior eficiência em ganho de peso atingindo o peso de abate mais rapidamente.

Com silagem de grãos úmidos de milho, San Emeterio et al. (2000) constataram que vacas alimentadas com a silagem produziram mais leite (39,8 kg/dia) em relação as vacas que receberam grãos secos de milho (38,0 kg/dia) na dieta. Essa diferença de 4,6% a mais de leite em favor da silagem de grãos úmidos em relação ao grão seco pode ser altamente significativa em um sistema de produção leiteira.

Para bovinos em confinamento Costa, Arrigoni e Silveira (2002) observaram que a silagem de grãos úmidos de milho proporcionou maior ganho de peso vivo diário nos animais em relação aos grãos de milho secos quebrados e concluíram que a ensilagem é a forma mais eficiente de conservação dos grãos de milho para alimentação de bovinos em confinamento.

Wilkerson, Glenn e Mcleod (1997) registraram produção de 2,0 kg/dia de leite a mais para vacas em lactação que receberam silagem de grãos de milho na dieta ao comparar grãos úmidos versus grãos secos. Além disso, a silagem de grãos úmidos aumenta à produção de proteínas no leite e seu valor nutritivo é semelhante ou

ligeiramente superior ao do milho seco finamente moído, quando fornecida em quantidades equivalentes de matéria seca (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Oliveira et al (2007) observaram que em equinos os concentrados podem ser formulados com grãos secos ou ensilados de triticales em substituição total ao milho, sem afetar adversamente a absorção dos nutrientes, tornando-se um alimento energético alternativo para esta espécie animal.

Ítavo et al. (2006) avaliaram o efeito da substituição do milho seco moído por silagens de grãos úmidos de milho e sorgo (35% da ração total) sobre o desempenho de cordeiros terminados em confinamento e observaram diferença estatística entre as dietas experimentais, sendo que os grãos de milho e de sorgo ensilados úmidos, quando comparados aos grãos secos, proporcionaram melhor ganho de peso.

3 CAPÍTULO I

Potencial de utilização da forragem e dos grãos de cereais de duplo propósito na alimentação de ruminantes

3.1 Resumo

A produção de silagem de grãos úmidos de cereais de inverno pode estar associada ao sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), que além da silagem de grãos pode fornecer forragem de alto valor nutritivo na mesma área. Esse sistema produtivo visa além da alimentação animal com forragem e concentrado um melhor uso do solo que permanecem ociosos em grande parte das áreas agrícolas do Sul do Brasil no período de inverno. O objetivo do trabalho foi avaliar a variabilidade intraespecífica e interespecífica de genótipos de cereais de inverno para rendimento e valor nutritivo da forragem e dos grãos em dois sistemas produtivos para produção de silagem de grãos úmidos. Os experimentos foram conduzidos no campo experimental da Embrapa Trigo no município de Coxilha (RS) nos anos de 2016 e 2017. Foram avaliadas quatro espécies de cereais de inverno e dois cultivares de cada espécie. As espécies usadas foram aveia, cevada, trigo e triticale. No primeiro experimento foi simulado o sistema ILP, na qual foi realizado um corte de forragem e posterior diferimento para colheita de grãos úmidos para confecção de silagem. No segundo experimento não foi realizado corte somente colheita de grãos úmidos para produção de silagem. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Foram avaliadas a estatura das plantas, matéria seca, rendimento e valor nutritivo da forragem e rendimento e valor nutritivos dos grãos. Os triticales BRS Minotauro e 148, os trigos BRS Pastoreio e Tarumã e as aveias URS Taura e Corona e cevada BRS 225, tem produtividade satisfatória de forragem e grãos no sistema duplo propósito. No sistema convencional os trigos BRS Reponte e Parrudo e as aveias URS Taura e Corona apresentam maior rendimento de grãos. A forragem e os grãos dos cereais testados possuem valor nutricional adequado para a utilização em dietas de ruminantes.

Palavras-chave: 1. Integração lavoura-pecuária. 2. Rendimento de grãos. 3. Valor nutritivo.

3.2 Introdução

A pecuária de leite no sul do Brasil tem como a base da alimentação animal as forrageiras. Essas fornecem alimento volumoso na forma de pastagem, silagem, feno e pré-secado. No outono existem limitações quanto à produção de forragem devido ao clima, pois nessa época as pastagens de verão estão encerrando o ciclo e as de inverno

ainda não estão aptas para o pastejo. Diante disso o uso de cereais de inverno em sistema duplo propósito para o pastoreio de bovinos nos períodos críticos é uma alternativa eficiente para manter e aumentar a produtividade, minimizar os vazios forrageiros, melhorar a sustentabilidade dos sistemas de produção, diminuindo custos com suplementação e aumentando a renda dos produtores de leite. Entre as principais vantagens deste sistema salienta-se o fato de o solo ser utilizado economicamente durante todo o período anual, ou, pelo menos, na maior parte dele, favorecendo o aumento da oferta de grãos, carne e leite a um custo menor, devido, principalmente, à sinergia criada entre a lavoura e a pastagem (GONÇALVES; FRANCHINI 2007).

Os grãos produzidos após o pastejo dos cereais de inverno podem ser utilizados na suplementação concentrada de ruminantes, através da produção de silagem de grãos úmidos. A base dos concentrados são as commodities agrícolas como o milho e a soja que sofrem oscilações frequentes de preços elevando o custo final do produto (carne ou leite). Os grãos de cereais de inverno podem contribuir para a redução dos custos de produção visto que os alimentos concentrados são mais onerosos e têm maior impacto no custo final da dieta, representam em média 30 a 40% dos custos operacionais totais (NOGUEIRA, 2004, p. 7).

A produção de silagem de grãos úmidos de cereais de inverno pode estar associada ao sistema de integração lavoura-pecuária que além da silagem de grãos pode fornecer forragem de alto valor nutritivo na mesma área. Esse sistema produtivo visa além da alimentação animal com forragem e concentrado um melhor uso dos solos que permanecem ociosos em grande parte das áreas agrícolas do Sul do Brasil no período de inverno, além de favorecer o sistema de plantio direto, pois mantém maior cobertura do solo.

A conservação de grãos de cereais de inverno na forma úmida tem crescido no setor produtivo, por sua eficiência no contexto quali-quantitativo, conserva o valor energético, de forma a potencializá-la. (COSTA et al., 2002). Além disso, diminui o custo final da dieta, pois o custo é independente do preço de mercado, se tem menor custo de produção em relação ao grão seco devido a eliminação das etapas de limpeza e

secagem, ainda reduz as perdas na lavoura e principalmente na armazenagem devido ao ataque de insetos e micotoxinas. A colheita é antecipada em três a quatro semanas, o que permite liberar a área para plantio da cultura subsequente otimizando o uso da terra, além disso, o investimento para armazenagem é baixo (JOBIM, 200, p. 87). Com esse cenário o objetivo do trabalho foi avaliar a variabilidade intraespecífica e interespecífica de genótipos de cereais de inverno para rendimento e valor nutritivo da forragem e dos grãos em dois sistemas produtivos para produção de silagem de grãos úmidos..

3.3 Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no campo experimental da Embrapa Trigo no município de Coxilha (RS) nos anos de 2016 e 2017. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (SANTOS et al., 2014, p. 14). O clima é classificado como Cfa, a temperatura média é 17,8°C, e uma pluviosidade média anual de 1772 mm.

Tabela 1: Temperatura e precipitação pluvial normal e ocorrida durante os meses de execução dos experimentos, Embrapa Trigo – Passo Fundo, 2017

Mês/2016	Temperatura (°C)		Precipitação pluvial (mm)	
	Normal*	Ocorrida	Normal	Ocorrida
Maio	15,2	13,5	114,3	72,7
Junho	12,9	9,7	133,6	19,5
Julho	13,3	12,4	161,8	201,1
Agosto	13,9	14,1	187,8	187,7
Setembro	15,7	14,6	197,7	63,9
Outubro	17,6	17,5	159,9	370,2
Novembro	19,6	19,9	131,7	78,5

Mês/2017	Temperatura (°C)		Precipitação pluvial (mm)	
	Normal*	Ocorrida	Normal	Ocorrida
Maio	15,2	15,9	114,3	371,5
Junho	12,9	13,4	133,6	214,0
Julho	13,3	13,6	161,8	21,3
Agosto	13,9	15,0	187,8	166,7
Setembro	15,7	19,4	197,7	85,5
Outubro	17,6	17,8	152,9	276,2
Novembro	19,6	19,2	131,7	182,0

Nota: *Normal climatológica

Foram avaliadas a produção e o valor nutritivo da forragem e dos grãos. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. A área útil

das parcelas foi de 16 m² (16 linhas x 5,0 metros x 0,20 m espaçamento). Foram avaliadas quatro espécies de cereais de inverno e dois cultivares de cada espécie e duas épocas de semeadura simulando diferentes sistemas de produção. As cultivares usadas foi aveia branca (URS Taura e URS Corona), cevada (BRS Elis e BRS 225), trigo BRS Tarumã e BRS Pastoreio (para o sistema duplo propósito), BRS Parrudo e BRS Reponte (para o sistema convencional), triticale (BRS Minotauro, BRS 148). Na primeira época de semeadura foi simulado o sistema de duplo propósito, na qual foi realizado um corte de forragem e posterior diferimento para colheita de grãos úmidos para confecção de silagem. Na segunda época foi simulado o sistema convencional de produção de cereais de inverno. Não foi realizado corte somente colheita de grãos úmidos para produção de silagem.

As semeaduras dos ensaios foram realizadas nos dias 03/05 e 24/06/2016 e 08/05 e 14/06/2017, para primeira e segunda época respectivamente. Nos anos de 2016 e 2017 para as duas épocas, foi usado para dessecação da área Gramoxone®. A população de plantas foi de 300 plantas/m². A adubação na semeadura foi de 250 kg/ha de adubo da fórmula 5-25-25 (N-P-K), mais uma aplicação de 80 kg/ha de ureia para o experimento em que foi realizado corte. O tratamento de sementes foi feito com inseticida (Gaucho FS® imidacloprido). Para proteção das plantas foi realizada uma aplicação de fungicida (Opera® Ultra) e uma de inseticida (Engeo® Pleno).

As plantas foram submetidas a um corte de forragem quando atingiram entre 25 e 30 cm de estatura. Foram coletadas as amostras de 4,0 metros lineares de cada parcela e, posteriormente, a área total da parcela foi cortada, buscando-se manter a altura de resteva entre 7,0 e 10 cm, permitindo o rebrote. Após o corte as amostras foram pesadas, desse total foi retirada uma subamostra pesada novamente e em seguida levada para estufa de ar forçado a 55 °C até peso constante para determinação da matéria seca. Os grãos foram colhidos com colhedora de parcelas e foi avaliado o rendimento de grãos (kg/ha) quantificado através do peso dos grãos da parcela, determinada a umidade e corrigida para 13%.

Para determinar o valor nutritivo da forragem e dos grãos as amostras foram secas em estufa com ventilação forçada a 55 °C, até peso constante e triturados em moinho tipo Willey, com peneira de granulometria de um milímetro. As amostras foram analisadas pelo método de refletância de infravermelho proximal - NIRs, descrita por (MARTEN; SHENK; BARTON, 1985, p. 20). Desta forma, foram avaliados os teores de proteína bruta (PB), digestibilidade da matéria seca (DMS), nutrientes digestíveis totais (NDT), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando necessário, comparados pelo teste de Tukey a 5%.

3.4 Resultados e Discussão

A estatura de corte (Tabela 2) não diferiu entre os tratamentos e nos anos de avaliação e obteve a média de 26 cm nos dois anos. O teor de matéria seca da forragem variou de 12,4 a 27,9% em 2016 e 12,8 a 20,9% em 2017.

Tabela 2- Estatura de corte e porcentagem de matéria seca da forragem de genótipos de cereais de inverno em um corte. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2017

Tratamentos		Estatura de corte (cm)			Matéria seca (%)		
		2016	2017	¹ média	2016	2017	¹ média
Cevada	BRS 225	25,0ns	26ns	26,5ns	26,8Aa	16,4Bc	21,3a b
	BRS Elis	25,0	25,0	25,0	17,2Ab	15,3Bcd	16,2 c
Triticale	BRS Minotauro	26,0	25,0	26,5	26,6Aa	14,2Acd	20,1a b
	BRS 148	26,0	26,0	26,0	27,5Aa	15,6Bc	21,5a
Trigo	BRS Tarumã	27,0	26,0	26,5	13,8Bb	25,4Aa	19,6 b
	BRS Pastoreio	26,0	26,0	26,0	12,4Bb	20,9Ab	16,6 c
Aveia	URS Taura	26,0	25,0	25,5	27,1Aa	15,8Bc	21,4a
	URS Corona	26,0	26,0	26,0	27,9Aa	12,8Ad	20,3a b
Média		25,9	25,6	26,0	22,4	18,1	19,4
CV%		3,1	2,4	4,1	6,6	6,6	4,2

Fonte: dados do autor

Nota: médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05). ns = não significativo. ¹Médias de 2016 e 2017.

A produção de forragem (Tabela 3) variou de 443 a 1251 kg/ha no ano de 2016 e de 453 a 825 kg/ha em 2017. Alguns cultivares apresentaram valores que estão abaixo da produção encontrada na literatura em primeiro corte em sistema duplo propósito,

para o trigo BRS Tarumã foi observada a menor produção de MS, no trabalho de Meinerz et al. (2012) a produção desse cultivar foi superior a 2000 kg MS/ha no primeiro corte.

A cevada BRS 225 e o triticales BRS 148 demonstraram produção semelhante ao encontrado por Fontaneli et al. (2009) no primeiro corte no qual a produção foi 809 e 718 kg MS/ha respectivamente. A diferença de produção de forragem está relacionada com diferença de ciclo das plantas e das características morfológicas de cada cultivar, assim os cultivares de ciclo precoce possuem mais colmos em relação a folhas o que influencia na produção final da matéria seca. Entre os cultivares o teor de matéria seca influenciou na produção total de forragem, quando a forragem é colhida com alto teor de umidade a produção final kg/ha diminui.

A produção de forragem variou de forma significativa entre os anos o que pode ser atribuído a fatores climáticos, edáficos e características genéticas da cultivar podem contribuir para essa variação. No ano de 2016 houve maior produção de forragem, o período que compreendeu a semeadura e o corte foi de temperaturas e pluviosidade abaixo da normal climatológica, esse cenário favoreceu a produção no ano. Em 2017 as temperaturas permaneceram acima da normal durante todo o período experimental, a pluviosidade foi acima da normal, seguida de um período de estiagem entre a semeadura e o corte.

Quanto ao valor nutritivo das forragens de cereais de inverno em um corte, (Tabela 4), o teor de proteína bruta (PB) no ano de 2016 teve destaque o triticales BRS Minotauro com o maior teor de proteína na forragem não diferindo do triticales BRS 148 a aveia URS Corona e o trigo BRS Tarumã. O menor teor de PB foi observado na cevada BRS 225. Todos os genótipos, porém obtiveram teores acima de 20% de PB. No ano de 2017 não houve diferença entre os cultivares, o teor de PB variou de 18,1 a 20,1% abaixo das médias observadas no ano de 2016. Apesar do teor de PB ter sido menor no ano de 2017 os valores observados representam forragem de alto valor proteico nos cereais de inverno.

Tabela 3- Produção forragem de genótipos de cereais de inverno em um corte. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2017

Tratamento		Produção de forragem MS/ha		
		2016	2017	¹ Médias
Cevada	BRS 225	1.183Aab	609Bbcd	896ab
	BRS Elis	652Ade	561Bbcd	607 c
Triticale	BRS Minotauro	1.057Aabc	825Ba	941a
	BRS 148	988Aabc	453Bd	720abc
Trigo	BRS Tarumã	443Be	715Aabc	603 c
	BRS Pastoreio	668Bcde	777Aab	723abc
Aveia	URS Taura	848Abcd	529Bcd	689 bc
	URS Corona	1.251Aa	531Bcd	891ab
Médias		886	625	759
CV%		18,5	15,4	13,2

Nota: Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$). ¹Médias de 2016 e 2017.

O alto teor de proteína na forragem deve-se ao fato de que as plantas quando se encontram em estágio vegetativo possuem alto teor de nitrogênio nas folhas, com o avanço dos estádios fenológicos ocorre aumento das partes estruturais com consequente declínio na produção de biomassa e diluição do nitrogênio na planta (VAN SOEST, 1994, p. 13).

Com relação digestibilidade estimada da matéria seca (DMS) na forragem, em 2016 foi observado que o triticale BRS Minotauro obteve o maior valor, não diferindo do triticale 148, das aveias URS Taura e Corona e cevada BRS 225. No ano de 2017 não houve diferença entre os cultivares, porém quando foi comparado entre os anos em 2016, foram observados os maiores valores.

Tabela 4 – Teores de proteína bruta (PB) e digestibilidade estimada da matéria seca (DMS) de forragens de cereais de inverno submetidos a um corte. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2017

Tratamentos		PB (%)		DMS (%)	
		2016	2017	2016	2017
Cevada	BRS 225	21,9Ac	18,9Ba	74,1Aab	70,7Ba
	BRS Elis	22,2Abc	18,4Ba	71,5Ab	68,9Aa
Triticale	BRS Minotauro	25,3Aa	18,1Ba	77,3Aa	68,5Ba
	BRS 148	24,1Aab	18,2Ba	75,3Aab	69,8Ba
Trigo	BRS Tarumã	24,1Aab	20,1Ba	72,2Ab	71,8Aa
	BRS Pastoreio	23,5Abc	19,8Ba	72,1Ab	70,6Aa
Aveia	URS Taura	23,3Abc	18,7Ba	74,9Aab	69,1Ba
	URS Corona	24,0Aab	19,3Ba	74,6Aab	70,9Ba
Médias		23,5	18,9	74,0	70,1
CV%		3,5	6,6	2,3	2,5

Nota: médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Para os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) (tabela 5) foi observada diferença entre os tratamentos no ano de 2016. No teor de FDN foi observado que o triticale BRS Minotauro e as aveias URS Taura e Corona obtiveram menores concentrações. Para FDA os menores teores foram observados nos triticales BRS Minotauro e 148, as aveias URS Taura e Corona e a cevada BRS 225. Para FDN e FDA não houve diferença entre os tratamentos no ano de 2017, e foi observado que o ano de 2016 todos os tratamentos obtiveram menores valores de FDN e FDA comparado com 2017. No ano de 2016 as forragens apresentaram baixos teores de FDN, o que favorece o aumento do consumo de matéria seca pelo animal e diminui o período de ruminação. No entanto, a fibra desempenha um importante papel no controle da ingestão e, conseqüentemente, ingestão de nutrientes, e promover um ambiente propício para o desenvolvimento de microrganismos ruminais, responsáveis para a digestão de carboidratos fibrosos (VAN SOEST, 1994, p. 43).

A temperatura acima da normal no ano de 2017 pode ter sido o fator que influenciou na menor qualidade da forragem comparada ao ano de 2016. A temperatura geralmente tem maior influência na qualidade da forragem que outros fatores ambientais deparados pela planta (BUXTON; FALES, 1994). Temperaturas elevadas promovem rápida lignificação da parede celular, acelerando a atividade metabólica das

células, o que resulta em decréscimo do “pool” de metabólitos no conteúdo celular, além de promover a rápida conversão dos produtos fotossintéticos em componentes da parede celular. Nessas condições, são verificadas reduções nas concentrações de lipídios, proteínas e carboidratos solúveis, e aumento nos teores de carboidratos estruturais de maneira generalizada nas espécies forrageiras, tendo como consequência, a redução sensível dos níveis de digestibilidade (VAN SOEST, 1994 p. 16).

Os cultivares apresentaram nos dois anos avaliados valores de FDA de acordo com o preconizado, forragens com valores de FDA em torno de 40% ou mais, acarretam redução no consumo, além de apresentar baixa digestibilidade (NUSSIO; MANZANO; PEDREIRA, 1998, p. 203).

Para os nutrientes digestíveis totais (NDT) (tabela 5) houve comportamento semelhante a variável DMS, pois os cultivares que se destacaram com maior percentagem foram os triticales BRS Minotauro e 148, as aveias URS Taura e Corona e cevada BRS 225, com relação aos anos, 2016 obteve maiores valores comparado com 2017

Tabela 5 – Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de forragens de cereais de inverno submetidos a um corte. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2017

Tratamentos		FDN (%)		FDA (%)		NDT (%)	
		2016	2017	2016	2017	2016	2017
Cevada	BRS 225	42,4Bbc	47,4Aa	18,9Bab	23,3Aa	74,5Aab	71,5Ba
	BRS Elis	45,7Ba	47,3Aa	22,2Ba	25,5Aa	72,2Ab	70,0Ba
Triticale	BRS Minotauro	38,4Bd	47,7Aa	14,8Bb	26,1Aa	77,4Aa	70,0Ba
	BRS 148	41,8Bbc	47,7Aa	13,3Bb	24,4Aa	75,6Aab	70,7Ba
Trigo	BRS Tarumã	44,4Bbc	45,5Aa	21,3Ba	23,4Aa	72,8Ab	71,4Aa
	BRS Pastoreio	44,3Bbc	46,8Aa	21,5Ba	23,8Aa	72,7Ab	71,4Aa
Aveia	URS Taura	38,9Bd	48,9Aa	17,9Bab	25,4Aa	75,3Aab	70,0Ba
	URS Corona	41,0Bcd	48,6Aa	18,3Bab	22,9Aa	74,9Aab	71,7Ba
Médias		42,2	47,5	19,1	24,1	74,4	70,9
CV%		4,2	5,4	11,5	9,4	2,0	2,2

Nota: médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

Para rendimento de grãos (Tabela 6) houve diferença entre os cultivares nos anos e nos sistemas avaliados. No sistema de duplo propósito os cultivares que tiveram maior rendimento de grãos depois de um corte no ano de 2016 foi o trigo BRS Pastoreio e os triticales BRS Minotauro e 148, com mais de 4000 kg/ha de grãos. Os menores rendimentos foram observadas nas cevadas BRS 225 e Elis e nas aveias URS Taura e Corona.

Em 2017 o trigo BRS Pastoreio, seguido do triticale BRS 148 e da aveia URS Taura apresentaram os maiores de rendimentos de grãos. As cevadas BRS 225 e Elis, trigo BRS Tarumã, aveia URS Corona e triticale BRS Minotauro foram os que tiveram os menores rendimentos. Foi observado que a cevada BRS Elis não apresentou rendimento satisfatório para forragem e grãos, isso pode estar relacionado a fatores genéticos da cultivar que pode ser um limitante para o uso em sistema duplo propósito.

Apesar da variação no rendimento de grãos de um ano para outro os cereais demonstraram alto potencial de produção quando submetidos a um corte para produção de silagem de grãos úmidos. Na literatura são encontrados rendimentos inferiores aos observados nesse trabalho, 1515 e 2403 kg/ha para cevada BRS 225 e triticale BRS 148 respectivamente Fontaneli et al. (2009), 1175 kg/ha para o trigo BRS Tarumã (HASTENPFLUG et al., 2011). O trigo BRS Pastoreio sobressaiu aos demais no rendimento de grãos isso porque trigo exibe uma alta capacidade para compensar a falta ou o excesso de um componente de rendimento modificando ou ajustando outros componentes (FREEZE; BACON, 1990).

Para o rendimento de grãos no sistema convencional no ano de 2016 e 2017 foi observado diferenças entre os cultivares, os trigos BRS Reponte e Parrudo, as aveias BRS Taura e Corona e a cevada BRS 225 apresentaram os maiores rendimentos de grão. Os menores rendimentos foram dos triticales BRS Minotauro e 148 e da cevada BRS Elis. No sistema convencional os cereais de inverno demonstraram alta produção de grãos, a cevada BRS Elis em 2017 teve menor rendimento quando comparada com 2016, fato que pode ser atribuído a fatores isolados.

As médias de valor nutritivo dos grãos dos cereais de inverno no sistema duplo propósito e convencional nos anos de 2016 e 2017 estão apresentados na tabela 7 e 8. Para PB (Tabela 7) no sistema de duplo propósito, houve diferença entre os cultivares nos dois anos avaliados e entre os anos. Em 2016 os teores mais altos de PB foram observados nas aveias BRS Taura e Corona, trigo BRS Tarumã e triticales Minotauro e os menores teores foram registrados nas cevadas BRS 225 e BRS Elis, no trigo BRS Pastoreio e no triticales BRS 148. Os teores variaram de 8,3 a 11,3% de PB nos grãos. Em 2017 a cultivar que obteve maior teor de PB foi à cevada BRS Elis, seguido do trigo BRS Tarumã, triticales BRS Minotauro.

No Sistema convencional (Tabela 7) o teor de PB no ano de 2016 foi maior para os trigos BRS Reponte e Parrudo, seguido das aveias BRS Taura e Corona, e o triticales BRS Minotauro. Os menores teores foram registrados nas cevadas BRS 225 e Elis e no triticales BRS 148. No ano de 2017 os teores mais altos de PB foram observados nos triticales BRS Minotauro e nos trigos BRS Reponte e Parrudo.

Nos sistemas duplo propósito e convencional no ano de 2017 foram observados maiores teores de proteína nos grãos. Esse fato pode estar relacionado às temperaturas superiores a normal climática no período de semeadura até a colheita dos grãos isso porque a temperatura quando elevada na fase de enchimento de grãos reduz o acúmulo de carboidratos devido ao incremento na respiração elevando, proporcionalmente, o teor de proteína no grão (WIEGAND; CUELLAR, 1981). Stone; Gras e Nicolas (1997) observaram no trigo que temperatura moderadamente elevada ou curto período de exposição a temperatura muito elevada incrementaram a percentagem de proteínas da farinha.

O teor de proteína dos grãos de cereais de inverno avaliados apresentou valores similares aos encontrados nos grãos de milho em média 9,4% (NRC, 2001). Foi observado que apenas as cevadas BRS 225 e Elis apresentaram teores menores que 8% no ano de 2016.

Tabela 6: Rendimento de grãos de genótipos de cereais de inverno corrigido para umidade padrão em sistema duplo propósito e convencional. Embrapa Trigo, Passo Fundo - RS, 2017

Tratamentos		Rendimento de grãos (kg/ha)	
		Sistema duplo propósito	Sistema duplo propósito
		2016	2017
Cevada	BRS 225	1.552Be	2.761Ad
	BRS Elis	1.138Ae	1.293Ae
Triticale	BRS Minotauro	4.466Aab	3.625Bcd
	BRS 148	4.425Aab	4.108Bb
Trigo	BRS Tarumã	3.602Abc	2.729Bd
	BRS Pastoreio	4.968Ba	5.868Aa
Aveia	URS Taura	2.486Bd	3.817Abc
	URS Corona	2.933Acd	3.148Acd
Médias		3.196	3.419
CV%		15,0	12,3

Tratamentos		Rendimento de grãos (kg/ha)	
		Sistema convencional	Sistema convencional
		2016	2017
Cevada	BRS 225	4.122Babc	4.821Aab
	BRS Elis	3.386Ac	1.653Bc
Triticale	BRS Minotauro	2.167Bd	4.130Ab
	BRS 148	3.603Abc	3.799Ab
Aveia	URS Taura	4.372Aabc	4.619Aab
	URS Corona	4.440Babc	5.474Aa
Trigo	BRS Reponte	4.832Ba	5.550Aa
	BRS Parrudo	4.604Aab	4.588Aab
Médias		3.941	4.329
CV%		12,8	10,7

Tratamentos		Rendimento de grãos (kg/ha)	
		Sistema duplo propósito	Sistema convencional
		Média	
Cevada	BRS 225	2.156 d	4.471ab
	BRS Elis	1.216 e	2.520 d
Triticale	BRS Minotauro	4.045 b	3.149ab
	BRS 148	4.267 b	3.717 bc
Trigo	BRS Tarumã	3.165 c	-
	BRS Pastoreio	5.418a	-
Aveia	URS Taura	3.151 c	4.495ab
	URS Corona	3.040 bc	4.957a
Trigo	BRS Reponte	-	5.191a
	BRS Parrudo	-	4.596ab
Médias		3.307	4.137
CV%		12,3	11,6

Nota: médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

Para FDN (Tabela 7), no sistema duplo propósito e convencional nos dois anos avaliados as aveias BRS Taura e Corona apresentaram os menores valores. Houve diferença entre os anos avaliados para os dois sistemas de produção, foi observado que no ano de 2017 os cereais avaliados apresentaram grãos com menores teores de FDN.

Os teores de FDA (Tabela 8), no sistema duplo propósito no ano de 2016 não variaram entre os cultivares, no ano de 2017 as aveias apresentaram os menores valores, diferindo dos demais cultivares. Entre os anos, foi observado que apenas o cultivar BRS 148 diferiu dos demais. No sistema convencional no ano de 2016 não houve diferença entre os cultivares para FDA, já em 2017 os cultivares que apresentaram menor teor de FDA nos grãos foram as aveias BRS Taura e Corona. O ano de 2016 apresentou valores menores de FDA para as cevadas e trigo BRS Reponte.

O NDT dos grãos (Tabela 7) obteve valores acima de 80% em todos cultivares e nos dois anos avaliados no sistema duplo propósito e não houve diferença entre os anos. Em 2016 os maiores teores de NDT foram observados nas aveias e os menores nas cevadas, o NDT variou de 80,0 a 85,8%. Em 2017 foi observado comportamento similar ao de 2016, as aveias BRS Taura e Corona tiveram maior teor de NDT. No sistema convencional em 2016 e 2017 as aveias BRS Taura e Corona sobressaíram aos demais cultivares com o maior teor de NDT, e não houve diferença entre os anos avaliados, exceto para a cevada BRS 225.

Tabela 7: Teores de proteína bruta (PB) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) dos grãos de cereais de inverno em um corte. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2017

Tratamentos		Sistema duplo propósito			
		PB (%)		FDN (%)	
		2016	2017	2016	2017
Cevada	BRS 225	8,7Ac	10,5Acd	43,0Aa	30,6Bbc
	BRS Elis	8,6Bc	13,9Aa	39,5Ab	34,9Ba
Triticale	BRS Minotauro	10,4Bab	12,3Ab	39,9Ab	31,4Ab
	BRS 148	9,6Ab	10,7Acd	39,6Ab	27,9Bcd
Trigo	BRS Tarumã	10,4Bab	12,8Ab	41,1Aab	28,5Bbcd
	BRS Pastoreio	8,3Bc	10,8Acd	39,9Ab	27,1Bde
Aveia	URS Taura	11,3Aa	11,5Ac	32,0Ac	24,7Bef
	URS Corona	10,8Aab	9,9Ad	32,8Ac	22,6Bf
Médias		9,7	11,5	38,5	28,4
CV%		5,6	3,9	2,5	4,3
Tratamentos		Sistema convencional			
		PB (%)		FDN (%)	
		2016	2017	2016	2017
Cevada	BRS 225	6,0Be	9,7Acd	40,4Aab	35,6Ba
	BRS Elis	7,2Bde	10,7Abc	41,5Aab	34,8Ba
Triticale	BRS Minotauro	9,6Bb	13,1Aa	40,2Ab	32,1Bab
	BRS 148	8,6Bcd	12,9Aa	39,8Ab	32,1Bab
Trigo	BRS Reponte	11,6Aa	11,2Ab	41,8Aab	27,5Bbc
	BRS Parrudo	11,8Aa	13,9Aa	43,1Aa	27,8Bbc
Aveia	URS Taura	10,1Ab	9,6Acd	33,8Ad	24,6Bc
	URS Corona	9,9Abc	8,9Ad	36,9Ac	23,1Bc
Médias		9,4	11,2	39,7	29,7
CV%		6,4	4,7	3,0	8,3

Nota: médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$). ns = não significativo. ¹Médias de 2016 e 2017.

Tabela 8: Teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais dos grãos de cereais de inverno em um corte. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2017

Tratamentos		Sistema duplo propósito			
		FDA (%)		NDT (%)	
		2016	2017	2016	2017
Cevada	BRS 225	7,8Aa	10,1Aa	80,0Ac	80,9Ab
	BRS Elis	7,9Aa	7,7Aa	80,1Ac	83,5Bb
Triticale	BRS Minotauro	7,7Aa	9,3Aa	82,5Ab	81,7Ab
	BRS 148	4,5Ba	9,1Aa	83,1Ab	81,9Ab
Trigo	BRS Tarumã	7,3Aa	8,9Aa	82,8Ab	82,1Ab
	BRS Pastoreio	6,7Aa	8,9Aa	83,6Ab	82,1Ab
Aveia	URS Taura	5,1Aa	4,2Ab	85,5Aa	87,4Aa
	URS Corona	6,4Aa	4,7Ab	85,8Aa	86,8Aa
Médias		6,7	7,9	82,9	83,3
CV%		3,9	5,3	0,6	1,6
Tratamentos		Sistema convencional			
		FDA (%)		NDT (%)	
		2016	2017	2016	2017
Cevada	BRS 225	5,2Ba	11,2Aa	81,9Acd	80,0Bc
	BRS Elis	6,2Ba	9,9Aab	81,4Ad	81,1Abc
Triticale	BRS Minotauro	8,6Aa	8,1Ab	83,2Abc	83,1Ab
	BRS 148	7,1Aa	7,9Ab	83,8Ab	83,3Ab
Trigo	BRS Reponte	6,1Ba	9,3Aab	83,2Abc	81,7Abc
	BRS Parrudo	7,4Aa	8,5Aab	83,5Ab	82,6Abc
Aveia	URS Taura	6,5Aa	4,0Ac	85,2Aa	87,7Aa
	URS Corona	5,3Aa	4,6Ac	85,0Aa	86,9Aa
Médias		6,5	7,9	83,2	83,2
CV%		2,2	14,1	0,6	1,5

Nota: médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maíuscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

3.5 Conclusões

Há variabilidade intraespecífica e interespecífica para os genótipos de cereais de inverno. Os cereais avaliados tem potencial para produção de silagem de grãos úmidos no sistema duplo propósito e convencional. Os triticales BRS Minotauro e 148, os trigos BRS Pastoreio e Tarumã e as aveias BRS Taura e Corona e cevada BRS 225, tem produtividade satisfatória de forragem e grãos no sistema duplo propósito. A cevada BRS Elis apresenta alta produtividade de forragem no primeiro corte, porém baixo

rendimento de grãos. No sistema convencional os trigos BRS Reponde e Parrudo e as aveias BRS Taura e Corona apresentam maior rendimento de grãos. A forragem e os grãos dos cereais de inverno testados possuem valor nutricional compatível com indicados na literatura para ser utilizados na alimentação de ruminantes.

4 CAPÍTULO II

Valor nutritivo e características fermentativas de silagens de grãos úmidos de cereais de inverno

4.1 Resumo

A produção de silagem de grãos úmidos tem como objetivo principal conservar os nutrientes da forragem ensilada através da fermentação anaeróbica, com o mínimo de perdas de matéria seca e energia. Esse processo quando realizado de forma correta permite que se tenha um alimento de qualidade ao longo do ano, possibilitando a suplementação concentrada para animais com menor custo. Assim o objetivo do trabalho foi avaliar se há variabilidade interespecífica e intraespecífica para valor nutritivo e características fermentativas em silagens de grãos úmidos de cereais de inverno. Os experimentos foram conduzidos no campo experimental da Embrapa Trigo no município de Coxilha (RS) nos anos de 2016 e 2017. Foram avaliadas quatro espécies de cereais de inverno e dois cultivares de cada espécie. As espécies usadas foram a aveia branca (*Avena* sp.), cevada (*Hordeum vulgare* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) e triticale (*X Triticosecale* Wittmack). Para ensilagem, os grãos foram colhidos com 28-35% de umidade. Foi colhida toda a parcela, cada parcela representou um silo, os grãos foram triturados em moinho forrageiro, com peneira de granulometria de 1,0 cm, e compactados manualmente em silos experimentais de PVC. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, os silos foram abertos em média 90 após o fechamento, as variáveis avaliadas foram o valor do nutritivo, pH, teor de matéria seca, massa específica e perdas na ensilagem. É possível produzir silagem de grãos úmidos de cereais de inverno nos dois sistemas de produção. As silagens apresentam valor nutritivo adequado para a utilização principalmente em dietas de ruminantes.

Palavras-chave: 1. Valor nutritivo. 2. Perdas de matéria seca. 3. pH. 4. Massa específica.

4.2 Introdução

A produção de silagem de grãos úmidos tem como objetivo principal conservar os nutrientes do material ensilado através da fermentação anaeróbica, com o mínimo de perdas de MS e energia (SOUZA et al., 2009). Esse processo quando realizado de forma

correta permite que se tenha um alimento de qualidade ao longo do ano, possibilitando a suplementação concentrada dos animais com menor custo. Para produzir silagem de qualidade é necessário que o material ensilado tenha alto valor nutritivo e que a técnica empregada seja eficiente garantido um ambiente anaeróbico para que ocorra a fermentação e rápido abaixamento do pH. Quando os valores de pH caem abaixo de 5,0 predominam as bactérias produtoras de ácido lático (PEREIRA et al., 2008).

A tecnologia de ensilagem de grãos úmidos consiste em efetuar a colheita quando os grãos apresentam umidade entre 30 e 40%, devendo estes ser totalmente triturados para facilitar a compactação (MELLO, 2004b). Os grãos colhidos com umidades superiores a 40% provocam perda de matéria seca, fermentação excessiva e perda de energia durante a estocagem (JOBIM et al. 1999), bem como dificultam a colheita levando a perdas quantitativas decorrentes de baixa eficiência do processo mecânico na debulha dos grãos aderidos no sabugo. Quando ensilado com umidade inferior 30% otimizam as perdas da matéria seca pela dificuldade de compactação no silo prejudicando a fermentação e provocando instabilidade aeróbia (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

As silagens de grãos úmidos mostram melhor digestibilidade da matéria seca em comparação ao grão seco (HIBBERD et al., 1985). As ações de ácidos orgânicos produzidos durante o processo fermentativo podem causar rupturas na matriz proteica que recobre os grânulos de amido dos grãos, bem como na estrutura desses grânulos, aumentando, assim, a área exposta à ação enzimática (ROONEY; PFLUGFELDER, 1986).

No Brasil, as pesquisas confirmam a utilização de silagem de grãos úmidos de cereais como componente energético da dieta para várias espécies animais de interesse zootécnico (COSTA et al., 2004). Atualmente, com a mudança nos conceitos sobre a eficiência do uso do amido pelos ruminantes, está comprovado o melhor desempenho animal quando alimentados com amido de alta degradação ruminal (JOBIM et al., 1996).

Nos sistemas de produção agropecuária cada vez mais existe interesse por alimentos alternativos que possam reduzir a dependência do milho e do farelo de soja e, por consequência, reduzir o custo das rações sem comprometer o desempenho dos animais (BRITO et al., 2008). As espécies mais utilizadas para produção de silagem de grãos úmidos são o milho e o sorgo, espécies típicas de verão, no entanto torna-se necessário o estudo para inclusão de novas espécies como os cereais de inverno que possam ser eficientes quanto à produção e auxiliar na diminuição de custos com a alimentação. Assim o objetivo do trabalho foi avaliar se há variabilidade interespecífica e intraespecífica para valor nutritivo e características fermentativas em silagens de grãos úmidos de cereais de inverno.

4.3 Material e Métodos

Dois experimentos foram conduzidos no campo experimental da Embrapa Trigo no município de Coxilha (RS) nos anos de 2016 e 2017. Foram utilizadas quatro espécies de cereais de inverno para produção de silagem de grãos úmidos, e duas épocas de semeadura as quais simularam diferentes sistemas de produção.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. A área útil das parcelas foi de 16 m² (16 linhas x 5,0 metros x 0,20 m espaçamento). Foram avaliadas duas cultivares de cada espécie e duas épocas de semeadura simulando diferentes sistemas de produção. As cultivares usadas foram aveia-branca (URS Taura e URS Corona), cevada (BRS Elis e BRS 225), trigo no sistema ILP (BRS Tarumã e BRS Pastoreio), no sistema convencional (BRS Parrudo, BRS Reponte) e triticale (BRS Minotauro, BRS 148).

Na primeira época de semeadura foi simulado o sistema de integração lavoura-pecuária - ILP, na qual foi realizado um corte de forragem simulando um ciclo de pastejo, e posterior diferimento para colheita de grãos úmidos para elaboração de silagem. Na segunda época não foi realizado corte, somente colheita de grãos úmidos para produção de silagem.

Para ensilagem, os grãos foram colhidos com 28-35% de umidade. Foi colhida toda a parcela, cada parcela representou um silo, os grãos foram triturados em moinho forrageiro, e compactados manualmente em silos experimentais de PVC com 100 mm de diâmetro e 40 cm de altura. Os silos foram pesados e acondicionados em local abrigado da luz e calor, e abertos para avaliação cerca de 90 dias após o fechamento.

Na abertura dos silos, os tubos de PVC foram pesados novamente para determinação das perdas durante o processo de ensilagem, bem como a massa específica da silagem. Foram desprezadas as porções superior e inferior de silagem de cada silo, e do material restante foram retiradas amostras para avaliação.

Para determinar o valor nutritivo as amostras de silagem foram secas em estufa com ventilação forçada a 55 °C, até peso constante e triturados em moinho tipo Willey, com peneira de granulometria média de um milímetro. As amostras foram analisadas pelo método de refletância de infravermelho proximal - NIRS, descrita por (MARTEN et al., 1985). Desta forma, foram avaliados os teores de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT).

Para determinar o pH, foram utilizadas 9 g de silagem fresca juntamente com 60 mL de água destilada. Após 30 minutos de repouso, foi feita a leitura do pH com potenciômetro digital (SILVA; QUEIROZ, 2002, p. 165).

A determinação de perdas de matéria seca foi calcula pela equação descrita por (SCHMIDT, 2006).

$$PMS = \frac{(MSi-MSf)}{MSI} \times 100$$

Onde:

PMS= Perda Total de MS;

MS_i = Quantidade de MS inicial (peso do silo após enchimento – peso do silo vazio, sem a forragem, antes do enchimento x teor de MS da forragem na ensilagem).

MS_f = Quantidade de MS final (peso do silo cheio antes da abertura – peso do silo vazio, sem a forragem, após a abertura dos silos (tara úmida) x teor de MS da forragem na abertura).

Massa específica

$$ME = \frac{MG}{VS}$$

Onde:

ME = Massa específica;

MG = Massa de grãos;

VS = Volume do silo.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando necessário, comparados pelo teste de Tukey a 5%.

4.4 Resultados e Discussão

Para o sistema duplo propósito no ano de 2016 houve diferença entre os cultivares para a matéria seca (tabela 1). Os maiores teores foram observados nas aveias URS Taura e Corona nos triticales BRS Minotauro e 148, na cevada BRS 225 e trigo BRS Tarumã e os menores teores foram verificados na cevada BRS Elis não diferindo do trigo BRS Pastoreio. A matéria seca variou de 67,0 a 75,4%, ou seja, umidade nos grãos de 33,0 a 24,6% respectivamente. Os valores de pH não diferiram entre os cultivares e variaram de 4,6 a 4,8.

Em 2017 foi verificado que os teores de matéria seca diferiram entre os cultivares, o maior teor foi observado na cevada BRS Elis e os menores teores no triticale BRS Minotauro, trigo BRS Tarumã e aveia URS Taura. A MS variou de 64,2 a 73,6% com umidade nos grãos de 35,8 a 26,4%. Para pH não foi constatada diferença entre os cultivares, os valores de pH variaram de 3,8 a 4,2.

No sistema convencional no ano de 2016 não houve diferença quanto a matéria seca para os cultivares os teores variaram de 72,6 a 75,5%, com umidade nos grãos de 27,4 a 24,5%. Para o pH bem como a matéria seca não houve diferença entre os cultivares, com valores que variaram de 4,6 a 4,8. Em 2017 os teores de matéria seca diferiram entre os cultivares, foi verificado que o trigo BRS Reponte obteve maior teor de matéria seca, seguido das cevadas, e trigo BRS Parrudo, que não diferiram das aveias, os triticales apresentaram a menor concentração de matéria seca. Quanto ao pH não houve diferença entre os cultivares os valores variaram de 3,8 a 4,1.

No ano de 2016 os teores de matéria seca e pH ficaram acima dos recomendados pela literatura para silagem de grãos úmidos. O teor de matéria seca dos grãos deve ficar em torno de 60 a 70% (30 a 40% de umidade). O teor de umidade nos grãos quando é inferior a 30% dificulta a compactação no silo prejudicando a fermentação e provocando instabilidade aeróbia (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Nesse estudo mesmo com umidade inferior a recomendada e o pH acima de 4,5 a silagem apresentou valor nutritivo alto o demonstra que o alto teor de matéria seca não prejudicou a fermentação. A redução do pH relaciona-se à conservação do material ensilado, por promover a diminuição da atividade proteolítica mediada por enzimas da própria planta e fazer cessar o crescimento de microrganismos anaeróbicos indesejáveis, particularmente, enterobactérias e clostrídios (MUCK; BOLSEN, 1991). Os grãos de cereais de inverno possuem boas características para produção de silagem de grãos úmidos, visto que com a umidade correta foi possível obter pH adequado sem o uso de aditivos.

Os dados de valor nutritivo da silagem de grãos úmidos estão apresentados na tabela 2 e 3. No sistema de duplo propósito no ano de 2016 o teor de PB da silagem

(Tabela 2) variou de 7,9 a 10%, a aveia URS Taura e o trigo BRS Tarumã obtiveram o maior teor de PB sem diferir da aveia URS Corona e dos triticales, a cevada Elis teve o menor teor de PB. O trigo BRS Pastoreio e a Cevada BRS 225 e Elis. Em 2017 bem como em 2016 o trigo BRS Tarumã obteve maior teor de PB não diferindo da cevada BRS Elis e triticales BRS Minotauro, o menor teor foi observado na aveia BRS Corona.

No sistema convencional no ano de 2016 houve diferença entre os cultivares para PB os maiores teores foram verificados na aveia URS Corona e nos trigos BRS Parrudo e Reponte, assim como os menores teores foram observados nas cevadas. Em 2017, o trigo BRS Parrudo apresentou o maior teor de PB não diferindo do trigo BRS Reponte e da cevada BRS Elis. Os menores teores de PB na silagem comparado com os grãos in natura são explicados porque durante o processo de ensilagem, parte dos açúcares é fermentado por ácidos orgânicos, e algumas proteínas são degradadas, pela atuação de enzimas, a nitrogênio não-protéico (SARTI et al., 2005). O teor de PB das silagens estudadas superou os teores mínimos de 6 a 8%, necessários para que ocorra fermentação microbiana efetiva no rúmen (VAN SOEST, 1994, p. 114).

Tabela 1- Matéria seca (MS) e pH de silagens de grãos úmidos de cereais de inverno em sistema duplo propósito e convencional em dois anos de avaliação. Embrapa Trigo, Passo Fundo 2017

Tratamentos		Sistema duplo propósito			
		MS (%)	pH	MS (%)	pH
		2016		2017	
Cevada	BRS 225	73,8a	4,8ns	70,0 bc	4,2ns
	BRS Elis	67,0 b	4,6	73,6a	4,1
Triticale	BRS Minotauro	75,3a	4,7	64,9 d	3,8
	BRS 148	73,2a	4,7	71,9 b	4,1
Trigo	BRS Tarumã	75,3a	4,7	64,2 d	3,8
	BRS Pastoreio	71,7ab	4,6	69,9 bc	4,0
Aveia	URS Taura	75,4a	4,8	65,4 cd	3,9
	URS Corona	74,3a	4,7	70,1 bc	4,0
Médias		73,2	4,8	68,7	4,0
CV%		3,4	2,9	4,6	3,5
Tratamentos		Sistema Convencional			
		MS (%)	pH	MS (%)	pH
		2016		2017	
Cevada	BRS 225	75,4ns	4,7ns	70,1 b	4,0ns
	BRS Elis	74,7	4,6	70,1 b	4,0
Triticale	BRS Minotauro	73,2	4,6	63,8 c	3,8
	BRS 148	75,5	4,8	63,9 c	3,8
Aveia	URS Taura	74,0	4,7	67,2 bc	4,0
	URS Corona	73,6	4,7	65,4 bc	3,9
Trigo	BRS Reponte	72,6	4,7	73,0a	4,1
	BRS Parrudo	73,6	4,7	69,8 b	4,0
Médias		74,1	4,7	67,9	4,1
CV%		4,1	2,1	3,3	2,3

Fonte: dados do autor

Nota: médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$). ns = não significativo.

Para o FDN no sistema duplo propósito (Tabela 2) em 2016 foi verificado que a aveia URS Corona, seguidos do trigo BRS Pastoreio e dos triticales apresentaram os menores teores, já os mais altos foram observados nas cevadas BRS 225 e Elis e no trigo BRS Tarumã. Em 2017 o trigo BRS Tarumã e a aveia URS Corona tiveram os menores teores. No sistema convencional em 2016 a aveia BRS Taura apresentou menor teor de FDN, em 2017 não houve diferença entre os cultivares os teores variaram de 29,5 a 37,1%. A fração fibrosa do material ensilado pode ser modificada, principalmente pelo desenvolvimento de microrganismos que consomem em grande

quantidade os carboidratos solúveis presente na planta, de parte da celulose e da degradação variável da hemicelulose em meios ácidos, causando alterações da porção fibrosa da silagem (VAN SOEST, 1994, p. 42).

Tabela 2 – Teores de proteína bruta (PB) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) da silagem de grãos úmidos de cereais de inverno em dois sistemas de produção, Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2017

		Sistema duplo propósito			
Tratamentos		PB (%)		FDN (%)	
		2016	2017	2016	2017
Cevada	BRS 225	8,0 bc	10,2 bc	41,8a	34,2ab
	BRS Elis	7,9 c	11,5ab	35,4ab	40,1a
Triticale	BRS Minotauro	9,3abc	10,8ab	30,7 c	34,7ab
	BRS 148	8,9abc	10,4 bc	32,5 bc	34,7ab
Trigo	BRS Tarumã	9,9a	12,5a	37,8ab	29,4 b
	BRS Pastoreio	8,0 bc	10,4 bc	30,4 c	32,6ab
Aveia	URS Taura	10,0a	10,1 bc	31,3 bc	35,7ab
	URS Corona	9,6abc	8,4 c	20,5 d	30,6 b
Médias		9,1	10,5	32,6	34,1
CV%		2,9	8,1	5,9	9,9
		Sistema convencional			
Tratamentos		PB (%)		FDN (%)	
		2016	2017	2016	2017
Cevada	BRS 225	6,5 e	9,7 bc	36,1 bcd	34,3ns
	BRS Elis	6,1 e	10,1ab	39,4abc	37,1
Triticale	BRS Minotauro	9,5 bcd	9,3 bc	41,2ab	33,4
	BRS 148	7,9 de	9,5 bc	27,8 d	29,5
Trigo	BRS Reponte	11,3ab	10,6ab	33,7 bcd	32,3
	BRS Parrudo	10,5abc	11,5a	31,4 cd	34,4
Aveia	URS Taura	8,5 cde	9,3 bc	19,1 e	36,7
	URS Corona	12,3a	8,5 c	44,9a	33,2
Médias		9,1	9,8	34,2	33,1
CV%		9,9	6,6	10,2	10,9

Nota: médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$). ns = não significativo.

Com relação ao FDA no sistema duplo propósito (Tabela 3) em 2016 as aveias URS Taura e Corona apresentaram os menores teores e a cevada BRS 225 o maior teor entre as cultivares. Em 2017 a cevada BRS Elis foi a cultivar que obteve o maior teor de FDA e os demais não diferiram entre si. No sistema convencional em 2016 a cevada BRS Elis apresentou maior teor e a aveia BRS Taura apresentou o menor valor. Em

2017 a cevada BRS Elis da mesma forma que ano anterior foi a cultivar que obteve maior teor de FDA não diferindo do trigo BRS Reponte e cevada BRS 225, e o menor teor foi verificado no triticales BRS Minotauro. O FDA está negativamente correlacionado com a digestibilidade por conter a maior porção de lignina do alimento, sendo um indicativo de quantidade de fibra não digerível, podendo também ser um indicador do valor energético, uma vez que quando os teores de FDA são menores, via de regra, o valor energético do alimento tende a ser maior (MIZUBUTI et al., 2002).

Para o NDT (Tabela 3) no sistema duplo propósito no ano de 2016 foi observado que as aveias BRS Taura e Corona obtiveram os maiores teores de NDT, ao contrário disso a cevada BRS 225 apresentou o menor teor. Em 2017 o menor teor foi verificado na cevada BRS Elis os demais cultivares não diferiram entre si. No sistema convencional em 2016 a aveia URS Taura apresentou maior porcentagem de NDT não diferindo do trigo BRS Reponte e do triticales BRS 148. Em 2017 os maiores teores foram observados nos triticales BRS 148 e Minotauro, não diferindo do trigo BRS Parrudo e das aveias URS Taura e Corona.

Essa variação entre os cultivares demonstra que o valor nutritivo está intimamente ligado ao processo fermentativo para conservação dos grãos, as silagens produzidas no ano de 2016 apresentaram menores teores de PB e NDT e maiores teores de FDN e FDA quando comparado com 2017.

As médias de massa específica (ME) das silagens estão apresentadas na tabela 4. No sistema duplo propósito em 2016 e 2017 houve diferença entre os cultivares para massa específica de silagem, as aveias BRS Taura e Corona e a cevada BRS 225 foram as que apresentaram menor ME.

No sistema convencional nos dois anos avaliados as aveias BRS Taura e Corona da mesma forma que no sistema duplo propósito apresentaram menor ME, em 2017. Nas silagens de grãos úmidos a compactação do material visa obter massa específica

entre 1.000 e 1.200 kg de grãos úmidos por m³ (MELLO, 2004b). Com exceção das aveias BRS Taura e Corona e das cevadas BRS 225 e Elis os demais cultivares apresentaram ME no intervalo de indicado.

Tabela 3 – Teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT) da silagem de grãos úmidos de cereais de inverno em dois sistemas de produção, Embrapa Trigo, Passo Fundo, 2017

Tratamentos		Sistema duplo propósito			
		FDA (%)		NDT (%)	
		2016	2017	2016	2017
Cevada	BRS 225	27,9a	16,5 b	60,8 c	73,6a
	BRS Elis	17,9 b	24,3a	72,1 b	64,8 b
Triticale	BRS Minotauro	18,9 b	15,9 b	71,0 b	74,3a
	BRS 148	19,8 b	16,9 b	69,9 b	73,1a
Trigo	BRS Tarumã	19,4 b	13,8 b	70,4 b	76,7a
	BRS Pastoreio	20,6 b	15,8 b	69,1 b	74,3a
Aveia	URS Taura	13,9 c	17,1 b	76,5a	73,0a
	URS Corona	14,1 c	14,2 b	76,3a	76,2a
Médias		19,1	16,8	70,7	73,3
CV%		7,8	10,7	2,3	2,6
Tratamentos		Sistema convencional			
		FDA (%)		NDT (%)	
		2016	2017	2016	2017
Cevada	BRS 225	25,7ab	19,0abc	63,3 cd	70,3 bc
	BRS Elis	28,9a	22,0a	59,8 d	67,5 c
Triticale	BRS Minotauro	21,0 bcd	15,2 cd	68,6 bc	75,9a
	BRS 148	17,1 cd	13,1 d	73,0ab	77,9a
Trigo	BRS Tarumã	17,2 cd	19,9ab	72,8ab	69,8 bc
	BRS Pastoreio	20,2 bcd	15,1 cd	69,4 bc	75,2ab
Aveia	URS Taura	15,0 d	17,1 bcd	75,3a	72,9ab
	URS Corona	23,4abc	16,1bcd	65,9 bcd	74,1ab
Médias		21,1	17,2	68,5	72,9
CV%		7,2	11,3	4,3	3,1

Nota: médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

Tabela 4- Massa específica de silagens de grãos úmidos de cereais de inverno em sistema duplo propósito e convencional em dois anos de avaliação. Embrapa Trigo, Passo Fundo 2017

Tratamentos		Sistema duplo propósito	
		Massa específica (kg/m ³)	
		2016	2017
Cevada	BRS 225	933 d	978 b
	BRS Elis	1.078 b	1.111a
Triticale	BRS Minotauro	1.069 b	1.127a
	BRS 148	1.058 bc	1.097a
Trigo	BRS Tarumã	1.183a	1.125a
	BRS Pastoreio	1.093ab	1.119a
Aveia	URS Taura	965 cd	942 b
	URS Corona	913 d	890 b
Médias		1.036	1.049
CV%		4,0	3,9
Tratamentos		Sistema convencional	
		Massa específica (kg/m ³)	
		2016	2017
Cevada	BRS 225	1.019ab	1.060a
	BRS Elis	1.029ab	975 b
Triticale	BRS Minotauro	1.052a	1.098a
	BRS 148	1.073a	1.130a
Aveia	URS Taura	825 c	887 c
	URS Corona	970 b	925 bc
Trigo	BRS Reponte	1.088a	1.073a
	BRS Parrudo	1.083a	1.131a
Médias		1.017	1.035
CV%		3,9	3,4

Nota: médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P>0,05).

As perdas totais de matéria seca variaram de 1,32 a 1,49%. Em 2017, o trigo BRS Tarumã, e o triticale BRS Minotauro foram os cultivares que apresentaram as maiores perdas, as menores perdas foram observada na cevada BRS Elis seguido do triticale 148, trigo BRS Pastoreio, aveia BRS Corona e cevada BRS Elis respectivamente. No sistema convencional não houve diferença entre os cultivares nos dois anos avaliados. Em 2016 a PG variou de 1,32 a 1,37%, e em 2017, houve maior perda, os valores variaram de 1,66 a 3,35%.

As perdas totais de matéria seca podem chegar a proporções de 70% do total ensilado, ocorrendo principalmente nas periferias, próximos as paredes dos silos, sendo relatadas depleção na digestibilidade dos carboidratos e menores frações de ácidos orgânicos (TABACCO et al., 2011).

Tabela 5 – Perdas totais de matéria seca em silagens de grãos úmidos de cereais de inverno em sistema duplo propósito e convencional em dois anos de avaliação. Embrapa Trigo, Passo Fundo 2017

		Sistema duplo propósito	
Tratamentos		Perdas totais de matéria seca (%)	
		2016	2017
Cevada	BRS 225	1,3ns	1,4 c
	BRS Elis	1,4	1,2 d
Triticale	BRS Minotauro	1,3	1,5a
	BRS 148	1,3	1,3 c
Trigo	BRS Tarumã	1,3	1,5a
	BRS Pastoreio	1,4	1,4 c
Aveia	URS Taura	1,3	1,5ab
	URS Corona	1,3	1,4 c
Médias		1,3	1,4
CV%		3,5	1,9
		Sistema convencional	
Tratamentos		Perdas totais de matéria seca (%)	
		2016	2017
Cevada	BRS 225	1,3ns	2,0ns
	BRS Elis	1,3	1,9
Triticale	BRS Minotauro	1,3	1,6
	BRS 148	1,3	3,0
Trigo	BRS Reponte	1,3	1,3
	BRS Parrudo	1,3	2,1
Aveia	URS Taura	1,3	3,0
	URS Corona	1,3	3,3
Médias		1,3	2,3
CV%		4,7	10,4

Nota: médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P>0,05$). ns = não significativo.

4.5 Conclusões

As silagens de grãos úmidos de cereais de inverno têm variação de valor nutritivo e características fermentativas tanto para espécie quanto para cultivar. Os cereais de inverno tem potencial para para produção de silagem de grãos úmidos nos sistemas de duplo propósito e convencional. Todas as silagens de grãos avaliadas apresentam padrões adequados de valor nutritivo para a utilização na alimentação ruminantes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No sistema agropecuário busca-se alternativas que permitam racionalizar o uso da terra, aumentando a produtividade e melhorando a sustentabilidade dos sistemas de produção, com aumento da renda dos produtores. O sistema ILP permite obter forragem de qualidade em um período crítico, a produção de grãos de cereais de inverno após o pastejo pode ser uma alternativa para suplementação concentrada dos animais melhorando o desempenho e diminuindo os custos. Os custos com a alimentação animal correspondem em média a 70% dos custos totais de produção. Geralmente os alimentos concentrados são mais onerosos e têm maior impacto no custo final da dieta

A silagem de grãos úmidos permite a diminuição dos custos na alimentação concentrada. Essa técnica visa à produção de alimento concentrado de qualidade dentro da propriedade através da ensilagem de grãos com umidade superior a 30%. Esse processo visa preservar o valor nutritivo dos grãos que podem servir de alimento para os animais por um período longo de tempo. Essa técnica diminui o custo final da dieta porque a silagem de grãos tem menor custo por kg, comparado ao grão seco, pois elimina as etapas de transporte, secagem e armazenamento dos grãos.

Os cereais de inverno surgem como uma alternativa para produzir alimento volumoso e concentrado para os animais no período de inverno. Esses cereais de inverno possuem excelente valor nutritivo para serem usados como fonte energética em concentrados, possibilitando a substituição parcial ou total do milho em rações.

Podem ser utilizadas as cereais de inverno como a aveia, cevada, trigo e triticale. Esses são geralmente utilizados para produção de grãos para alimentação humana e animal, como pastagens ou forragem conservada, na forma de feno ou silagem.

As informações geradas nesse trabalho sobre silagem de grãos úmidos de cereais de inverno nos sistemas duplo-propósito e convencional permite identificar os genótipos de cereais de inverno que apresentam as melhores características para ensilagem na forma de grãos úmidos, possibilitando adotar novas estratégias de manejo alimentar para animais de produção.

6 CONCLUSÃO GERAL

Os genótipos de cereais de inverno possuem variabilidade intraespecífica e interespecífica no que se refere a rendimento de grãos e forragem, valor nutritivo e características fermentativas. Os grãos de cereais de inverno na forma de silagem de grãos úmidos possuem características adequadas para ser fornecidos como suplementação concentrada para animais de produção. Os cereais de inverno aliados ao sistema de duplo propósito fornecem forragem e grãos para produção de silagem de grãos úmidos com alto valor nutritivo. Dessa forma pode-se produzir forragem de qualidade em um período de entressafra, e grãos para silagem como alternativa de suplementação concentrada dos animais.

REFERÊNCIAS

BAIER, A. C. **Uso potencial de triticale para silagem**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1997. (Documentos, 38).

BALL D.; COLLINS, M.; LACEFIELD, G.; MARTIN, N.; MERTENS, D.; OLSON, K.; PUTNAM, D.; UNDERSANDER, D.; WOLF, M. **Understanding Forage Quality**. American Farm Bureau Federation Publication, 2001, 20p.

BERCHIELLI, T. T.; GARCIA, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Eds). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 565-600.

BERNARDES, T. AMARAL, R. C.; NUSSIO, L. G. Sealing strategies to control the top losses in horizontal silos. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009.

BLASER, R. E. Pasture-animal management to evaluate plants and to develop forage systems. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1988. p. 1-39.

BORTOLINI, P. C.; SANDINI, I.; CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. de. Cereais de inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 45-50, 2004.

BOYLES, S. L.; ANDERSON, V. L.; KOCH, K. B. **Feeding barley to cattle**, 1990. Disponível em: <<http://beef.osu.edu/library/barley.html>>. Acesso em 30/06/2013.

BRITO, M. S.; OLIVEIRA, C. F. S.; SILVA, T. R. G.; LIMA, R. B.; MORAIS, S. N.; SILVA, J. H. V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n. 4, p. 111-117, 2008.

BRUCKNER, P. L.; HANNA, W. W. In vitro digestibility of fresh leaves and stems of small-grain species and genotypes. **Crop Science**, v. 30, n. 1, p. 196-202, 1990.

BUXTON, D. R.; FALES, S. L. Plant environment and quality. IN: G. C. FAHEY Jr. (ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. National conference on forage quality. University of Nebraska, Lincoln, 1994, p. 155-199.

CAIERÃO, E.; CUNHA, G. R. da; PIRES, J. L. F. Cevada. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. p. 169-181.

CHURCH, D. C. **Livestock feeds and feeding**. 2. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986.

COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Recomendações tecnológicas para o cultivo da aveia**. Passo Fundo: Embrapa, 1995.

CORNEJO, S.; POTOČNJAK, J.; HOLMES, H. G.; ROBINSON, D. W. Comparative nutritional value of triticale for swine. **Journal of Animal Science**, v. 36. n. 1. p. 87-89, 1973.

COSTA, C.; ARRIGONI, M. B.; SILVEIRA, A. C. Conservação de grãos úmidos de cereais para alimentação animal. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa, 2002.

COSTA, C.; ARRIGONI, M. D. B.; SILVEIRA, A. C. Custos de silagem de grãos úmidos de milho. **Boletim do Leite**, v. 5, n. 51, p. 2, 1998.

COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.; REIS, W. Silagem de Grãos Úmidos de Cereais na Alimentação Animal. In: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; DO CANTO, M. W. (Org.). **SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS**, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2004.

CRUZ, J. C. Cultivares de milho para ensilagem. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1998. p. 93-114.

DE VISSER, H.; TOGT, P. L. VAN DER.; HUISERT, H. TAMMINGA, S. Structural and non-structural carbohydrates in concentrate supplementes of silage-based dairy cows rations. 2. Rumen degradation, fermentation and kinetics. **Journal of Agriculture Science**, v. 40, p. 420. 1993.

DEL DUCA, L. de J. A. Antecipação do plantio de trigo e utilização para duplo propósito: pastagem e grão. In: CURSO SOBRE ESTABELECIMENTO, UTILIZAÇÃO E MANEJO DE PLANTAS FORRAGEIRAS. **Palestras apresentadas...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993.

DEL DUCA, L. de J. A.; MOLIN, R.; SANDINI, I. **Experimentação de genótipos de trigo para duplo propósito no Paraná, em 1999**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. (Boletim de pesquisa, 6).

DEL DUCA, L. J. A. FONTANELI, R. S. Utilização de cereais de inverno em duplo propósito (forragem e grão), no contexto do sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1995.

DEMARQUILLY, C.; ANDRIEU, J. **Some reminders about the measurements made to know the nutritional value of maize silage**. In: SYMPOSIUM CORN SILAGE. Nantes, p. 23-33, Nantes, 1996.

EPPLIN, F. M.; KRENZER, JR.; E. G.; HORN, G. Net returns from dual-purpose wheat and grain-only wheat. **Journal of the ASFMRA**, v. 80, p. 8-14, 2001.

EUCLIDES, V. B. P. Produção de carne em pastagens. In: Planejamento de sistemas de produção em pastagens. In: Simpósio sobre manejo de pastagens, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 2001.

EUCLIDES, V. P. B.; ZIMMER, A. H.; VIEIRA, J. M. Equilíbrio na utilização de forragem sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1989. p. 271-313.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000.

FONTANELI, R. S., FONTANELI, R. S., SANTOS, H. P. dos, NASCIMENTO JUNIOR, A. do, MINELLA, E., CAIERÃO, E. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 111, p. 2116-2120, 2009.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; ACOSTA, A.; CARVALHO, O. S. **Cereais de inverno de duplo propósito na integração lavoura-pecuária aveia, cevada, centeio, trigo e triticale**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. (Documentos, 79).

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R. S.; LAMPERT, E. A. Rendimento de grãos de aveia branca em sistemas de produção com integração lavoura-pecuária, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.790-796, 2012 b.

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P; ALFREDO DO NASCIMENTO JUNIOR, A.; MINELLA, E.; CAIERÃO, E. 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.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2. ed. - Brasília: Embrapa, 2012a.

FREEZE, D. M.; BACON, R. K. Row-spacing and seeding rate effects on wheat yields in the Mid-South. **Journal of Production Agriculture**, v. 3, p. 345-348, 1990.

GASSEN, D. N.; GASSEN, F. R. **Plantio direto**. Passo Fundo: Ed. Aldeia do Sul, 1996.

GOES, R. H. T.B.; MANCIO, A. B.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 1, p. 167-173, 2004.

GONÇALVES, S. L.; FRANCHINI, J. C. **Integração lavoura-pecuária**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. (Circular técnica, 44).

GUIM, A. Produção e avaliação de silagem. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS NATIVAS, Areia. 2002. **Anais...** Areia: UFPB, 2002.

HASTENPFLUG, M.; BRAIDA, J. A.; MARTIN, T. N.; ZIECH, M. F.; SIMIONATTO, C. C.; CASTAGNINO, D. S. Cultivares de trigo duplo propósito submetidos ao manejo nitrogenado e a regimes de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 196-202, 2011.

HIBBERD, C. A.; WAGNER, D. G.; HINTZ, R. L.; GRIFFIN, D. D. Effect of sorghum grain variety and reconstitution on site and extent of starch and protein digestion in steers. **Journal of Animal Science**, v. 61, p. 702-712, 1985.

HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 852-867, 1997.

ÍTAVO, C. C. B. F.; MORAIS, G. M.; ÍTAVO, L. C. V.; SOUZA, A. R. D. L.; MASSAHARU OSHIRO, M. M.; BIBERG, F. A.; COSTA, C.; JOBIM, C. C.; LEMPP, B. Efeitos de diferentes fontes de concentrado sobre o consumo e a produção de cordeiros na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 139-146, 2006.

JOBIM, C. C. **Avaliação das características microbiológicas, químicas e digestibilidade das silagens de grãos úmidos e de espigas de milho**. 1996. 98f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

JOBIM, C. C.; CECATO, U.; CANTO, M. W. Utilização de silagem de grãos de cereais na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. Maringá, **Anais...** Maringá: UEM-Maringá 2001.

JOBIM, C. C.; REIS, R. A.; SCHOKEN-ITURRINO, R. P.; ROSA, B. Desenvolvimento de microorganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho sem brácteas. **Acta Scientiarum**, v. 21, n. 3, p. 671-676, 1999.

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

JOBIM, C. C.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n.3, p. 311-31, 1997.

KOTARSKI, S. F.; WANISKA, R. D.; THURN, K. K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **Journal Nutrition**, v. 122, n. 1, p. 178-190, 1992.

KRAMER, J.; VOORSLUSYS, J. L. Silagem de milho, uma opção para gado de leiteiro. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991, p. 257-261.

KRAUS, T. J.; KOEGER, R. G.; STRAUB, R. J.; SHINNERS, K. J. Leachate conductivity as an index for quantifying level of forage conditioning. **Transactions of the ASAE**, v. 42, n. 4, p. 847-852.

KUNG, L.; SHAVER, R. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. **Focus on Forage**, v. 3, n. 13, p. 1-5, 2001.

LANA, R. P. **Sistema Viçosa de formulação de rações**. 4. ed. Viçosa, Editora UFV, 2007.

LOPES, M. L. T.; CARVALHO, P. C. DE F. ; ANGHINONI, I.; SANTOS, D. T. DOS; KUSS, F.; FREITAS, F. K. DE ; FLORES, J. P. C. Sistema de integração lavoura pecuária: desempenho e qualidade da carcaça de novilhos superprecoces terminados em pastagem de aveia e azevém manejada sob diferentes alturas. **Ciência Rural**, v. 38, p. 1765-1773, 2008.

MARI, L. J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (Brachiaria brizantha (Hochst ex. A.Rich.) Stapf cv. Marandu): produção valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem**. 2003. 159f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). - Escola Superior Agrícola "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MARTEN, G. C.; SHENK, J. S.; BARTON, F. E. **Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS): analysis of forage quality**. Washington: ARS, 1985.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The Biochemistry of Silage**. 2 ed. Merlow: Chalcombe Publications, 1991.

MEINERZ, G. R. **Avaliação de cereais de inverno de duplo propósito na depressão central do Rio Grande do Sul**. 2009. 71f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, Santa Maria, 2009.

MEINERZ, G. R.; OLIVO, C. J.; FONTANELI, R.S.; AGNOLIN, C. A.; HORST, T.; BEM, C. M. Produtividade de cereais de inverno de duplo propósito na depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 873-882, 2012.

MELLO, L. M. M.; YANO, E. H.; NARIMATSU, K. C. P.; TAKAHASHI, C.M.; BORGHI, E. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 121-129, 2004.

MELLO, R. Silagem de milho, sorgo e gramíneas tropicais. **Revista Nutritime**, v. 1, n. 1, p. 48-58, 2004.

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; SILVA, L. D. F.; PINTO, A. P.; FERNANDES, W. C.; ROLIM, M. A. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho (*Zea mays* L.) sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) e girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 267-272, 2002.

MONTEIRO, F. A.; WERNER, J. C. Ciclagem de nutrientes minerais em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1989.

MOORE, K. J.; HATFIELD, R. D. Carbohydrates and forage quality. In G. C. FAHEY, JR. (ed.) **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**. Madison:, 1994, p. 229-280.

MORON, I. R.; TEIXEIRA, J. C.; OLIVEIRA, A. I. G.; PEREZ, J. R. O.; OLIVEIRA, J. S. Cinética da digestão ruminal da matéria seca dos grãos de milho e sorgo submetidos a diferentes formas de processamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 1, p. 174-178, 1999.

MUCK, R. E. PITT, R. E. The role of silage additives in making quality silage. In: Silage production from seed to animal. New York. **Proceedings...** New York: NRAS, n. 67, 1993.

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

NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropico brasileiro. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washinton: NRC, 2001.

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; RESTLE, J.; OST, P. R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de coheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1395-1405, 2007.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L. Avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) ou milho (*Zea mays*, L.) na produção do novilho superprecoce. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.3, p.438-452, 2004.

NOGUEIRA, M. P. **Pontos para o bom gerenciamento de uma fazenda leiteira**: Scot Consultoria, 2004. p. 5-7. Disponível em <<https://www.scotconsultoria.com.br/>>. Acesso em 17/03/2015.

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.; FARIA, V. P (Eds.). **Manejo de pastagens de tifton, coastcross e estrela**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 203-242.

OLIVEIRA, K.; FAUSTINO, M. G.; GASQUE, V.; SANTOS, V. P.; LIMA, M.N.; NASCIMENTO FILHO, V. F.; ABDALLA, A. L. Trânsito gastrintestinal e digestibilidade aparente de nutrientes em eqüinos alimentados com dietas contendo grãos secos ou silagem de grãos úmidos de triticale. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1799-1808, 2007.

OLIVEIRA, J. T. Produção de forragem e grãos de cereais de duplo propósito em duas épocas de semeadura. REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Resultados experimentais**, Pelotas, 2008. p. 445-446.

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

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**. v. 75, p. 868-879, 1997.

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

PEREIRA, R. G. A.; TOWNSEND, C. R.; LUCENA, N.; MAGALHÃES, C. J. A. **Processos de ensilagem e plantas a ensilar**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2008.

PETIT, H. V.; SANTOS, G. T. Milk yield and composition of dairy cows fed concentrate based on high moisture wheat or high moisture corn. **Journal of Dairy Science**, v. 39, n. 12 p. 2292-2296, 1996.

POSTIGLIONI, S. R. **Comportamento da aveia, azevém e centeio na região dos Campos Gerais**. Londrina: IAPAR, 1982. (Boletim técnico, 14).

REBUFFO, M. Estratégias y métodos de mejoramiento para maximizar la eficiencia en el uso de avena para foraje y doble propósito. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, Lages. **Anais...** Lages: UDESC, 2001.

REIS, W.; JOBIM, C. C.; MACEDO, F. A. F.; MARTINS, E. N.; CECATO, U. Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de milho conservados em diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1308-1315, 2001.

ROONEY, L. W.; PFLUGFELDER, R. L. R. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1607-1623, 1986.

SALMON, D. F.; MERGOUN, M.; Mac PHERSON, H. G. Triticale production and management. In: MERGOUN, M.; GOMEZ-MAC PHERSON, H. (Ed.). **Triticale improvement and production**. Rome: FAO, 2004. p. 27-36.

SAN EMETERIO, F.; REIS, R. B.; CAMPOS, W. E.; SATTER, L. D. Effect of coarse or fine grinding on utilization of dry or ensiled corn by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 2939-2848, 2000.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4. ed. Brasília: Embrapa, 2014.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; BAIER, A. C.; TOMM, G. O. **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas Regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002.

SARTI, L. L.; JOBIM, C. C.; BRANCO, A. F.; JACOBS, F. Degradação ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibra de silagens de milho e de capim-elefante. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2005.

SCHEEREN, P. L. **Instruções para utilização de trigo e triticale**. Passo Fundo: Embrapa – CNPT, 1984. (Documentos 09).

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 228f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP, São Paulo, 2006.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. Determinação do pH, da acidez titulável e do ácido láctico da silagem. In: SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. (Ed.). **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. p. 163-168.

SILVA, T. C.; SILVA, M. V. B.; FERREIRA, E. G. F.; PEREIRA, O. G.; FERREIRA, C. L. L. F. Papel da fermentação láctica na produção de silagem. **PUBVET**, v. 5, n. 1, p. 992-998, 2011.

SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagens In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. p. 156-180.

SOUZA, W. F.; RIGUEIRA, J. P. S.; ROSA, L. O. CUNHA, L. R. da.; CHAVE, K. S.; FERREIRA, C. L. L. Papel da fermentação propiônica na produção de silagem. **PUBVET**, v. 3, n. 4, 2009.

STONE, P. J.; GRAS, P. W.; NICOLAS, M. E. The influence of recovery temperature on the effects of a brief heat shock on wheat. III. Grain protein composition and dough properties. **Journal of Cereal Science, London**, v. 25, n. 1, p. 129-141, 1997.

TABACCO, E.; RIGHI, F.; QUARANTELLI, A.; BORREANI, G. Dry matter and nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced by different lactic acid bacteria inocula. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 3, p. 1409-1419, 2011.

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P.; BORGES, I. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. (Documentos, 57).

STONE, P. J.; GRAS, P. W.; NICOLAS, M. E. The influence of recovery temperature on the effects of a brief heat shock on wheat. III. Grain protein composition and dough properties. **Journal of Cereal Science, London**, v.25, n.1, p.129-141, Jul., 1997.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2006.

VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE, SINLEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p. 228-243.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of ruminant**. 2. Ed. Cornell: Cornell University Press, 1994.

VELHO, J. P.; MÜHLBACH, P. R. F.; GENRO, T. C. M.; SANCHEZ, L. M. B.; NÖRNBERG, J. L.; ORQIS, M. G.; FALKENBERG, J. R. Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após “desensilagem”. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 916-923, 2006.

WIEGAND, C. L.; CUELLAR, J. A. Duration of grain filling and weight of wheat as affected by temperature. **Crop Science**, v. 21, n. 1, p. 95-101, 1981.

WILKERSON, V. A.; GLENN, B. P.; MCLEOD, K. R. Energy and nitrogen balance in lactating dairy cows fed diets containing dry or high moisture corn in either rolled or ground form. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 10, p. 2487-2097, 1997.



PPGAgro

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAMV