

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

**SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO:
VARIABILIDADE INTER E INTRAESPECÍFICA
QUANTO AO RENDIMENTO E VALOR NUTRITIVO**

ROSILENE INÊS LEHMEN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, 25 de março de 2013

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

**SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO:
VARIABILIDADE INTER E INTRAESPECÍFICA
QUANTO AO RENDIMENTO E VALOR NUTRITIVO**

ROSILENE INÊS LEHMEN

Orientador: Prof. Ph.D. Renato Serena Fontaneli

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, 25 de março de 2013



FAMV - Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária
PPGAgro - Agronomia

PPGAgro

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

“Silagens de cereais de inverno: variabilidade inter e
intraespecífica quanto ao rendimento e valor nutritivo”

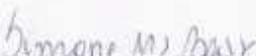
Elaborada por

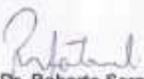
Rosilene Inês Lehmen

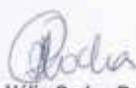
Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em
Agronomia – Área de Produção Vegetal

Aprovada em: 25/03/2013
Pela Comissão Examinadora


Dr. Renato Serena Fontaneli
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador


Dra. Simone Meredith Scheffer Basso
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia


Dr. Roberto Serena Fontaneli
UERGS


Dr. Hélio Carlos Rocha
Diretor FAMV


Dr. João Pedro Valho
UFSM

CIP – Catalogação na Publicação

L523s Lehmen, Rosilene Inês

Silagens de cereais de inverno: variabilidade inter e intraespecífica quanto ao rendimento e valor nutritivo. / Rosilene Inês Lehmen. – 2013.

60 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2013.

Orientação: Ph.D. Renato Serena Fontaneli

1. Silagem - Qualidade. 2. Plantas forrageiras. 3. Grãos – Cultivo. 4. Grãos - Qualidade. I. Fontaneli, Renato Serena, orientador. II. Título.

CDU: 633.2/.3

BIOGRAFIA DO AUTOR

Rosilene Inês Lehmen nasceu em 27 de fevereiro de 1986, na cidade de Santa Cruz do Sul, estado do Rio Grande do Sul.

Engenheira Agrônoma, formada em 12 de março de 2011 pela Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Câmpus Capão do Leão.

Em 2011 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, na área de concentração em Produção Vegetal, em nível de mestrado, na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo.

Aos meus pais, Nestor e Sueli, pelo amor incondicional, ensinamentos e incentivo durante a minha caminhada.

Aos meus irmãos, Márcio e Christian, pelo apoio e amizade.

Ao meu sobrinho Gabriel, pelo amor e carinho.

Dedico

Agradecimentos

À Deus, pela saúde e força.

Aos meus pais, por todo apoio, incentivo e valores ensinados.

Ao meu noivo, Juliano Hideo Hashimoto, pela companhia, incentivo e apoio nas dificuldades.

Aos meus irmãos, meu sobrinho e minha cunhada Clarice por todo apoio.

Ao Prof. Dr. Renato Serena Fontaneli, pela orientação, dedicação, incentivo e conhecimentos adquiridos.

Ao Dr. Roberto Serena Fontaneli pelo auxílio e conhecimento adquiridos.

Ao Dr. Henrique Pereira dos Santos, pelos ensinamentos e apoio.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo e aos professores que o compõe, pelas contribuições para minha formação.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A Embrapa Trigo por possibilitar a realização do experimento e das análises em suas dependências.

Aos colegas Vanessa, Valesca, Taiane e Leandro pela amizade e companheirismo.

Aos funcionários do Laboratório de Manejo e Práticas Culturais da Embrapa Trigo, Evandro Ademir Lampert, Cedenir Medeiros Scheer, Luiz Vilson de Oliveira, Luis Carlos André

Katzwinkel e Itamar Pacheco do Amaral pela amizade e auxílio na condução das atividades de campo.

Aos funcionários do Laboratório de Solos da Embrapa Trigo, em especial a Marisa Dahmer e ao Juarez pela dedicação e auxílio na realização das análises.

A Denise, funcionária do Laboratório de Química do IFRS Câmpus Sertão pela disponibilidade e auxílio na realização de algumas análises.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal da Universidade de Passo Fundo pela estrutura e auxílio na realização das análises bromatológicas.

A todos que me apoiaram e contribuíram para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Qualidade de forragem	15
2.2 Composição química das plantas forrageiras	16
2.3 Ensilagem	19
2.4 Qualidade da silagem.....	22
2.5 Cereais de inverno – conservação de forragem	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Localização e condições edafoclimáticas	27
3.2 Espécies utilizadas	28
3.3 Implantação do experimento.....	29
3.4 Conservação de forragem – ensilagem	29
3.5 Avaliações.....	30
3.5.1 Pré-ensilagem.....	30
3.5.2 Qualidade fermentativa da silagem.....	30
3.5.3. Valor nutritivo da silagem.....	31
3.6 Análise estatística	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Ciclo, estatura de plantas e rendimento de biomassa em genótipos para ensilagem.....	33
4.2 Características fermentativas de silagens de aveia branca e silagens de cereais de inverno.....	37
4.3 Valor nutritivo de silagens de aveia branca e silagens de cereais de inverno	45
5 CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS	53

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Dados climatológicos de temperatura, precipitação e insolação, ocorridas e normais, durante o período de condução do experimento (maio a outubro de 2011). Passo Fundo, RS	27
2	Ciclo, estatura de plantas e rendimento de biomassa ensilável de genótipos de cereais de inverno	34
3	Ciclo, estatura de plantas e rendimento de biomassa ensilável de genótipos de aveia branca...	35
4	Teores de matéria seca (MS), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) das silagens de cereais de inverno	38
5	Teores de matéria seca (MS), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) das silagens de aveia branca...	39
6	Perda por efluentes e densidade das silagens de cereais de inverno	43
7	Perda por efluentes e densidade das silagens de aveia branca	44
8	Teores de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e digestibilidade estimada da matéria seca (DMS) de silagens de cereais de inverno	46
9	Teores de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e digestibilidade estimada da matéria seca (DMS) de silagens de aveia branca.....	47

**SILAGENS DE CEREAIS DE INVERNO: VARIABILIDADE
INTER E INTRAESPECÍFICA QUANTO AO RENDIMENTO E
VALOR NUTRITIVO**

ROSILENE INÊS LEHMEN¹

Resumo – No Sul do Brasil, o período do outono é caracterizado pela baixa oferta de forragem e/ou valor nutritivo, o que dificulta a adequada nutrição dos animais e resulta em perda de peso e redução na produção leiteira. A utilização de cereais de inverno para produção de forragem conservada na forma de silagem pode ser uma alternativa para a redução da instabilidade produtiva. No entanto, é necessário conhecer e selecionar os genótipos mais adequados à ensilagem, principalmente em termos de quantidade e valor nutritivo, sendo traduzidos em rendimento de biomassa e produto animal. O experimento teve como objetivo selecionar genótipos de cereais de inverno mediante a avaliação do rendimento da biomassa, valor nutritivo e qualidade fermentativa da silagem. Foram avaliados genótipos de gramíneas anuais de inverno (aveia branca, trigo, triticale, centeio, cevada e aveia preta). A ensilagem foi realizada no estágio de grão pastoso a massa firme, com 30 a 35% de matéria seca, e armazenada em silos experimentais de PVC. O delineamento foi em blocos casualizados, com três repetições e quarenta genótipos. Foram determinados o rendimento de biomassa para ensilagem, o teor de matéria seca, o valor nutritivo e as características fermentativas da

¹ Eng. Agrônoma, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal.

silagem. Todos os genótipos avaliados apresentaram características satisfatórias para ensilagem. O centeio BRS Serrano apresentou maior produção de biomassa ensilável, enquanto a cevada BRS Cauê, o trigo BRS Umbu e as aveias brancas UFRGS 19, URS Fapa-Slava e UPF 16 apresentaram os maiores teores de proteína bruta.

Palavras chave: forragem conservada, nitrogênio amoniacal, pH, proteína bruta

**WINTER CEREALS SILAGES: INTERSPECIFIC AND
INTRASPECIFIC VARIABILITY AS BIOMASS YIELD AND
NUTRITIVE VALUE**

Abstract – In Southern Brazil, the autumn season is characterized for lower forage offer, as well as low nutritive value, which hamper the adequate animal nutrition and result in body weight losses and milk yield reduction. Winter cereals used as silage, could be an alternative for fluctuation yield reduction. However, is necessary to know and select adequate genotypes for ensilage, base on quantity and nutritive value, meaning biomass yield and animal product. The objective this work was select winter cereals genotypes by biomass yield, nutritive value and fermentative parameters of silage evaluations. Were evaluated winter annual grasses genotypes (white oat, wheat, triticales, rye, barley and black oat). The genotypes were ensiled at dough grain to firm mass stages, with 30 at 35% dry matter, and packaged in PVC experimental silos. The design was randomized complete block , with three replications and forty genotypes. Were determined the biomass yield for ensilage, dry matter concentration, nutritive value and fermentative parameters for silage. All genotypes evaluated present satisfactory characteristics for ensilage. The BRS Serrano rye presented greater biomass yield. The BRS Cauê barley, BRS Umbu wheat and UFRGS 19, URS Fapa-Slava and UPF 16 white oats present higher crude protein concentrations.

Key words: conserved forage, ammonia nitrogen, pH, crude protein

1 INTRODUÇÃO

A adequada nutrição dos animais ao longo do ano é fundamental, não apenas para a manutenção do peso corporal, como para maiores taxas de ganho de peso, produção de leite, sanidade e eficiência reprodutiva (ANDRADE, 1995; FONTANELI et al., 2011; SANTOS, 2006).

Quando são adotados sistemas de produção baseados na utilização de pastagens naturais ou cultivadas, fornecidas através de pastoreio, a produção animal se dá de forma mais prática e econômica. No entanto, devido a estacionalidade de produção de forragens, a adoção exclusiva destes sistemas torna-se inviável (JOBIM et al., 2005).

No Sul do Brasil, a estacionalidade é evidente no período do outono, quando a oferta e a qualidade das forragens é baixa, pois coincide com o período em que as forrageiras de verão estão findando seu ciclo, enquanto as anuais de inverno estão iniciando. Este período é conhecido como “vazio forrageiro outonal”, sendo caracterizado pela perda de peso dos animais e redução na produção leiteira (FONTANELI & FONTANELI, 2009a).

A necessidade de manutenção do peso corporal dos animais e de uma produção leiteira estável ao longo do ano, torna imprescindível a busca por alternativas para a alimentação dos animais durante os períodos de escassez de forragem. Uma das alternativas seria a conservação de forragens através da ensilagem de cereais de inverno, o que apresenta diversas vantagens, como a redução dos riscos da falta de alimentos ocasionada por intempéries,

produção de grãos nos cultivos de verão destinados a alimentação humana, evitando-se a competição destes cultivos com o uso para ensilagem (BUMBIERIS JR. et al., 2011), possibilidade de utilização dos cereais de inverno para pastoreio antes da ensilagem, bem como a ensilagem do excedente de forragem destinada inicialmente apenas ao pastoreio e a utilização de áreas que costumam ficar ociosas durante o inverno.

Desta forma, a utilização de cereais de inverno para ensilagem possibilita aumento na geração de renda das propriedades, além de resultar em aumento na eficiência de uso das terras.

Objetivou-se avaliar a produção de biomassa ensilável, as características fermentativas e o valor nutritivo de cereais de inverno para ensilagem.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Qualidade de forragem

Qualidade de forragem é uma expressão utilizada para relacionar o valor nutritivo de uma forragem com o consumo animal e o potencial de desempenho deste animal (JOBIM et al., 2007), também podendo ser definida como a capacidade da forragem em produzir resposta animal (COLLINS & FRITZ, 2003; LACEFIELD, 2004) seja carne, leite, lã.

O valor nutritivo é composto pela concentração de nutrientes da forragem, ou seja, energia, proteína bruta, digestibilidade e teor de fibras (BALL et al., 2001). O consumo animal se refere a quantidade de matéria seca que o animal consumiria se não houvesse restrições ao seu fornecimento. O valor nutritivo é responsável por 30% da variação da qualidade da forragem, enquanto o consumo animal seria responsável pelo restante. No entanto, o consumo voluntário de forragem é influenciado por outros fatores, como idade, condições fisiológicas e o estado de saúde geral dos animais (COLLINS & FRITZ, 2003).

Os teores de proteína bruta, fibra insolúvel em detergente ácido, fibra insolúvel em detergente neutro e digestibilidade da matéria seca, podem influenciar direta e indiretamente o consumo de matéria seca pelos animais. Com o desenvolvimento da planta, há modificações nestes componentes (VAN SOEST, 1994).

2.2 Composição química das plantas forrageiras

As plantas forrageiras podem ser divididas quimicamente e anatomicamente em duas frações, parede celular e conteúdo celular. A parede celular é a porção fibrosa, sendo 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).

O conteúdo celular é composto pelos 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, citados por COLLINS & FRITZ, 2003).

Quimicamente, as plantas forrageiras são compostas por carboidratos estruturais, carboidratos não estruturais, proteínas, lipídios, minerais e vitaminas. Carboidratos, lipídios e proteínas, são os principais componentes a serem considerados, pois apresentam alta significância para a nutrição de ruminantes (VAN SOEST, 1994).

Carboidratos não estruturais englobam a porção de carboidratos que não fazem parte das estruturas, mas sim do conteúdo celular, sendo os açúcares, amidos e frutanas. Os carboidratos não estruturais totais são uma estimativa da energia prontamente disponível na planta forrageira (SILVA & QUEIROZ, 2002a).

A principal fonte de energia digestível para os ruminantes alimentados com forragem são os carboidratos que não fazem parte de estruturas. Para fins nutricionais, a energia potencial é categorizada

em carboidratos solúveis e insolúveis em água (HATFIELD et al., 2007).

Carboidratos estruturais são os carboidratos que formam a parede celular, ou seja, celulose, hemicelulose, pectina e lignina. Ao contrário dos carboidratos não estruturais, como o amido, eles não podem ser remobilizados pela planta para reutilização como energia ou fonte de carbono para outros processos metabólicos. As moléculas de celulose estão ligadas por pontes de hidrogênio formando unidades denominadas microfibrilas. A presença destas estruturas está relacionada há uma maior resistência da parede celular à degradação microbiana. A hemicelulose é formada por subunidades como, xilose, arabinose, manose, galactose, glucose. Paredes celulares de gramíneas apresentam, geralmente, três a quatro vezes mais hemicelulose do que leguminosas (COLLINS & FRITZ, 2003).

As pectinas compõem a lamela média e a parede celular primária das células, tendo a função de mantê-las unidas. Espécies leguminosas apresentam maiores concentrações de pectina do que gramíneas, bem como em tecidos vegetais mais jovens. Contrastando com os demais carboidratos estruturais, as substâncias pécicas apresentam maior digestibilidade, além de digestão mais rápida (TITGEMEYER et al., 1992, citados por COLLINS & FRITZ, 2003).

A lignina é um composto fenólico que adiciona rigidez a estrutura das plantas, principalmente à parede celular. É extremamente resistente a digestão, além de reduzir a digestibilidade dos carboidratos estruturais. As forragens geralmente contêm entre 3% e 12% de lignina, tendo as leguminosas os maiores teores (COLLINS & FRITZ, 2003).

Em estudos sobre o valor nutritivo dos alimentos, os carboidratos estruturais são avaliados em termos de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA). O FDN compreende a porção celulose, hemicelulose e lignina, e o FDA corresponde a porção celulose e lignina. (MOORE et al., 2007).

O teor de fibra está relacionado com a digestibilidade e com os valores energéticos dos alimentos, está associado com a fermentação ruminal e pode estar envolvida no controle da ingestão de alimento. Desta forma, o teor de fibras é fundamental na nutrição animal (MERTENS, 1992).

O nitrogênio nas plantas forrageiras está, principalmente sob a forma de proteína, cerca de 60% a 80% do nitrogênio total (COLLINS & FRITZ, 2003). A quantidade de nitrogênio é utilizada para mensurar o teor de proteína bruta de uma forragem, através da conversão do valor total de nitrogênio pelo fator 6,25 (HATFIELD et al., 2007).

O teor de proteína bruta contido nas forrageiras é variável conforme a espécie, o estágio de desenvolvimento e a temperatura. Segundo Lyttleton (1973), citado por Hatfield et al. (2007), leguminosas apresentam teores de 15% a 25% de proteína bruta, enquanto gramíneas apresentam teores de 10% a 20%. Demarchi (1968), através de experimento desenvolvido com gramíneas e leguminosas também observou maiores teores de proteína em leguminosas. Segundo Corona et al. (1998), os teores máximos de proteína bruta são encontrados em forragens no estágio vegetativo, sendo reduzido com a maturidade da planta. As condições ambientais, principalmente temperatura, durante o desenvolvimento das plantas

também pode afetar o teor de proteína bruta. Em experimento desenvolvido por White (1986) foi constatada alta correlação entre produtividade ($t\ ha^{-1}$) e data de colheita das forrageiras com a sua concentração de proteína bruta, especialmente em gramíneas.

A fração lipídica das plantas forrageiras tem como funções o armazenamento de energia e a atuação como componentes de membranas (HATFIELD et al., 2007). Segundo Revello-Chion et al. (2010), a concentração de lipídios nas forrageiras diminui com o estágio de desenvolvimento da cultura e com a elevação das temperaturas.

2.3 Ensilagem

Uma das alternativas para evitar maiores perdas de produção nos períodos de escassez de forragem é através da utilização de forragens conservadas para alimentação animal. A conservação de forragem pode ser feita através do processo de ensilagem, onde a forragem é preservada em condições anaeróbias, após a ocorrência de fermentação (COLLINS & OWENS, 2003).

Várias espécies forrageiras podem ser utilizadas para produção de silagem, no entanto, a utilização de cereais de inverno (aveia branca, centeio, cevada, trigo e triticale) para esta finalidade, pode apresentar diversas vantagens, como a redução dos riscos de falta de alimentos ocasionada pela ocorrência de intempéries, utilização das áreas para produção de grãos durante o verão ao invés do plantio de milho para silagem, geração de renda com a venda de silagem excedente, possibilidade de pastoreios das forrageiras antes da

ensilagem, além da produção de silagens de alta qualidade, com maior concentração de proteína bruta que a silagem de milho, possibilitando estabilidade na produção animal e lucratividade (FONTANELI & FONTANELI, 2009b).

Para produção de silagem de qualidade é necessário que o corte das plantas seja realizado quando estas atingirem estágio de grão leitoso a massa firme, ou seja, matéria seca entre 30 a 35%. A altura do corte deve ficar entre 7 a 10 cm e a fragmentação do material deve apresentar partículas de tamanho entre 1 a 5 cm. O enchimento do silo deve ser realizado em no máximo 48 horas, com adequada compactação e vedação do silo para evitar degradação do material ensilado (FONTANELI & FONTANELI, 2009b; EVANGELISTA et al., 2002).

Após a vedação do silo, diversas reações passam a ocorrer na massa ensilada, sendo dividida em quatro fases: fase aeróbia, fase fermentativa, fase estável e fase de alimentação.

O objetivo imediato é a rápida redução da concentração de oxigênio no silo, de forma a promover a condição de anaerobiose no menor tempo possível, preservando os carboidratos para serem fermentados pelos microrganismos anaeróbicos. Silagens com altas quantidades de oxigênio promovem excessiva atividade respiratória e pobre concentração de carboidratos necessários a adequada fermentação (COLLINS & OWENS, 2003; COLLINS & COBLENTZ, 2007; PEREIRA & SANTOS, 2006). Altas temperaturas e umidade durante a ensilagem promovem efeitos negativos sobre o processo de fermentação e conseqüente qualidade da silagem (MUCK et al., 2003; KIM & ADESOGAN, 2006).

Na preservação da silagem, bactérias ácido-láticas homo e heterofermentativas, enterobactérias, fungos e clostrídios, desempenham importantes papéis que determinam a qualidade nutritiva final da silagem. O rápido estabelecimento de condições anaeróbias limita a respiração celular, conserva os açúcares simples, previne o crescimento de microrganismos aeróbicos e aumenta a proliferação de bactérias ácido-láticas que são os principais microrganismos do processo de ensilagem, produzindo ácido lático em grandes quantidades, o que promove a rápida redução do pH da massa ensilada. A redução do pH resulta na limitação de atividade enzimática, principalmente proteólises com produção de nitrogênio amoniacal e não protéico, além de diminuir as chances de ocorrência de fermentações secundárias indesejáveis (COLLINS & COBLENTZ, 2007).

O rápido estabelecimento de anaerobiose e adequada conservação da silagem está relacionado com a escolha do sistema de armazenamento, bem como a adequada compactação da massa de forragem no silo, de modo a expulsar a maior quantidade de oxigênio, e evitando a entrada de oxigênio no silo (LUCHINI et al., 1997).

Após a abertura do silo, fase de alimentação, o oxigênio volta a penetrar na massa ensilada promovendo o desenvolvimento e a atividade de microrganismos aeróbicos, tendo como consequência a deterioração aeróbia. Quanto maior a temperatura e umidade após abertura do silo, mais rápida será a proliferação de microrganismos e maiores as taxas respiratórias, reduzindo a qualidade e o período de uso da silagem (RHEIN et al., 2005).

São diversos os processos fisiológicos que ocorrem desde o momento do corte até a abertura do silo, requerendo manejo adequado antes e após a colheita (COLLINS & OWENS, 2003; COLLINS & COBLENTZ, 2007).

2.4 Qualidade da silagem

Forragens conservadas, seja feno ou silagem, podem ter seu valor nutritivo bastante alterado, em função dos procedimentos adotados durante sua produção ou mesmo durante o armazenamento. Em silagens, o padrão de fermentação pode afetar a concentração dos nutrientes e, conseqüentemente, o consumo e a resposta animal (JOBIM et al., 2007).

A ocorrência de fermentações indesejáveis tende a diminuir o conteúdo de nutrientes digestíveis, aumentando os teores de fibra (BORREANI & TABACCO, 2010). O consumo de silagem está relacionado ao seu conteúdo de FDN. Quanto maior o teor de FDN, menor será o consumo animal, pois a fibra indigestível ocupa espaço no trato gastrointestinal dos animais, o que reduz a taxa de passagem do alimento e, conseqüentemente, o seu consumo (ZANINE & MACEDO JUNIOR, 2006).

No entanto, o teor de FDN não é o único fator a prever o consumo animal. Características do animal (peso vivo, nível de produção, tamanho, estágio da lactação, estado fisiológico, etc.), do alimento (fibra, volume, densidade energética, necessidade de mastigação, etc.) e das condições de alimentação (disponibilidade de alimento, taxa de lotação, frequência de alimentação, tempo de acesso

ao alimento, etc.) podem limitar tanto o consumo quanto a digestibilidade dos alimentos (MERTENS, 1992).

Altos teores de FDA também são indesejáveis, pois indicam a presença de substâncias pouco aproveitáveis pelos animais, como a lignina, sendo eliminadas nas fezes. Quanto maior o conteúdo de FDA, menos digestível é o alimento (RODRIGUES & VIEIRA, 2006).

Além do nitrogênio presente nas proteínas, há o nitrogênio não protéico, que pode chegar a 80% em casos de ação de enzimas proteolíticas, que podem ser bastante atuantes no processo de ensilagem (COLLINS & FRITZ, 2003). A ocorrência de fermentações indesejáveis resulta em quebra de proteínas, proteólise, reduzindo o valor nutricional das silagens (VAN SOEST, 1994).

Nas plantas forrageiras, a fração lipídica varia de 1,5% a 3,5%, sendo que o teor de glicolípídeos tem grande importância no processo de ensilagem, onde ocorre a sua hidrólise e posterior fermentação da galactose e do glicerol a ácidos graxos voláteis, além da saturação dos ácidos graxos insaturados (REIS & SILVA, 2006).

Outro fator importante a ser considerado para ensilagem é o seu teor de matéria seca, pois está relacionada a produção de efluentes durante o armazenamento. Maiores teores de matéria seca tendem a produzir menor quantidade de efluente e conseqüentemente reduzir as perdas de nutrientes por lixiviação. O volume de efluente produzido em silos é influenciado pelo teor de matéria seca da forrageira ensilada, pelo tipo de silo utilizado e pelo grau de compactação da massa ensilada (OLIVEIRA et al., 2010).

O teor de matéria seca também tem responsabilidade sobre a qualidade da fermentação e a rapidez na redução do pH das silagens. Quanto maior o teor de matéria seca do material a ser ensilado, maior é a dificuldade de reduzir o pH a níveis aceitáveis para uma adequada fermentação (MUCK, 1988).

Quando o processo de ensilagem não é adequadamente realizado, pode ocorrer aquecimento espontâneo da massa ensilada, devido a presença de umidade e altas concentrações de oxigênio proporcionando condições a respiração celular e microbiana, o que resulta em redução do valor nutritivo da silagem, através de perdas de matéria seca, carboidratos, proteína bruta e digestibilidade, aumentando os teores de fibra (BORREANI & TABACCO, 2010).

A ocorrência de fermentações indesejadas em silagens é o principal fator que reduz o consumo voluntário pelos animais, limitando a produção animal. Baixos teores de matéria seca e altos teores de amônia, oriunda de proteólise, limitam o consumo e reduzem a produção de leite. A composição química-bromatológica da silagem, também afeta a qualidade do leite, pois diversos componentes são sintetizados pela glândula mamária a partir de nutrientes derivados da digestão e metabolismo da dieta (JOBIM et al., 2002).

2.5 Cereais de inverno – conservação de forragem

Na região Sul do Brasil, os cereais de inverno são cultivados com os propósitos de produção de grãos e cobertura no sistema plantio direto. No estágio vegetativo, apresentam elevados níveis de digestibilidade e de proteína, e baixos teores de fibra,

podendo ser utilizados como plantas forrageiras (FONTANELI et al., 2006). Com a maturação, ocorrem perdas na qualidade nutritiva das plantas, devido a modificações na relação folha/colmo.

O rendimento de cereais de inverno para silagem tende a ser inferior ao de gramíneas tropicais, devido a fatores como potencial genético das cultivares, práticas de manejo, condições climáticas e estágio de maturidade no momento do corte. No entanto, gramíneas temperadas apresentam conteúdo celular mais abundante e parede celular menos espessa do que as gramíneas tropicais, tornando mais fácil a digestão e a absorção de nutrientes pelos animais. Elevado conteúdo celular tende a ser positivo para o processo fermentativo das silagens (BUMBIERIS JR. et al., 2011).

Os cereais de inverno produzem silagens de plantas inteiras inferiores energeticamente a silagem de planta inteira de milho, devido a diversos fatores como constituição anatômica, morfológica e físico-químicas (FONTANELI & FONTANELI, 2009 b). No entanto, os teores de proteína bruta são, geralmente, superiores em silagens de cereais de inverno, quando comparadas as silagens de milho (SCHEFFER-BASSO et al., 2003).

De qualquer forma, a elaboração de silagens de cereais de inverno deve ser incentivada principalmente pelo uso de terras ociosas no período do inverno e a redução do risco da falta de volumosos por ocorrência de intempéries climáticas (FONTANELI et al., 2010).

Evangelista et al. (2002) destaca o uso de aveias na alimentação animal sob a forma de pastejo ou forragem conservada, enfatizando a importância da ensilagem no período de corte adequado. O corte não deve ser antecipado, devido a alta umidade presente nas

plantas, nem postergado, pois o conteúdo de fibras tende a aumentar significativamente, podendo prejudicar o processo fermentativo.

Fontaneli et al. (2009b) avaliando cereais de inverno para silagem, constataram variação no conteúdo de umidade das cultivares utilizadas, sendo elevado em algumas e reduzido em outras. No entanto, não foi constatada qualquer alteração no processo fermentativo. Estas variações de umidade podem ter sido amenizadas pelo adequado processo de ensilagem empregado.

Os cereais de inverno têm apresentado alto potencial para ensilagem, com bons rendimentos de matéria seca, características fermentativas adequadas e manutenção do valor nutritivo, como já observado por diversos autores, como Fontaneli et al. (2009b), Meinerz et al. (2001), Lopes et al. (2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e condições edafoclimáticas

O experimento foi conduzido em área pertencente a Embrapa Trigo, localizada no município de Passo Fundo – RS, região fisiográfica do Planalto Médio. A área é definida pelas coordenadas 28° 15' de latitude Sul e 52° 24' de longitude Oeste, em uma altitude de 687 metros acima do nível do mar.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima de Passo Fundo é descrito como subtropical úmido (Cfa), com chuvas bem distribuídas durante o ano (CUNHA, 1997). As condições climatológicas durante a condução do experimento podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados climatológicos de temperatura, precipitação e insolação, ocorridas e normais, durante o período de condução do experimento (maio a outubro de 2011). Passo Fundo, RS

Mês/2011	Temperatura (°C)		Precipitação (mm)		Insolação (horas)	
	Média Ocorrida	Média Normal	Ocorrida	Normal	Ocorrida	Normal
Maio	14,1	15,2	137,1	114,3	181,3	181,1
Junho	11,4	12,9	226,7	133,6	129,3	153,7
Julho	12,4	13,3	340,0	161,8	151,9	162,6
Agosto	13,4	13,9	254,4	187,8	154,1	161,1
Setembro	15,4	15,7	47,3	197,7	196,6	154,9
Outubro	18,3	17,6	194,7	152,9	254,0	202,3

Fonte: EMBRAPA – CNPT

O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho distrófico húmico (STRECK et al., 2008).

3.2 Espécies utilizadas

Foram avaliados quarenta genótipos de gramíneas anuais de inverno, sendo trinta e um de aveia branca (*Avena sativa* L.), dois de trigo (*Triticum aestivum* L.), dois de triticale (*X Triticosecale* Wittmack), um de centeio (*Secale cereale* L.), um de cevada (*Hordeum vulgare* L.) e três de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.).

Os genótipos foram divididos em dois grupos para análise. Silagem de aveia branca, apenas com genótipos aveia branca recomendados pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, e silagem de cereais de inverno, com genótipos de trigo, centeio, cevada, triticale, aveia preta e também aveia branca. Os genótipos de aveia branca utilizados foram: UPF 15, UPF 16, UPFA 20-Teixeirinha, UFRGS 14, UFRGS 19, Albasul, UPF 18, UPFA 22-Temprana, URS 21, URS 22, URS Guapa, URS Taura, URS Tarimba, URS Guria, URS Charrua, URS Torena, URS Corona, URS Penca, URS Estampa, URS Guará, URS Fapa-Slava, Louise, UPFA Gaudéria, Barbarasul, Brisasul, FAEM 4-Carlasul, FAEM 5-Chiarasul, FAEM 6-Dilmasul, UPFA Ouro, IAC 7 e IPR Afrodite;

Para silagem de cereais de inverno foram utilizadas as aveias brancas URS 21, URS Guapa e Barbarasul.

Os genótipos de trigo utilizados foram: BRS Tarumã e BRS Umbu. Os genótipos de triticale utilizados foram: Embrapa 53 e BRS Minotauro. O genótipo de centeio utilizado foi: BRS Serrano. O

genótipo de cevada utilizado foi: BRS Cauê. Os genótipos de aveia preta utilizados foram: IAPAR 61-Ibiporã, Embrapa 139-Neblina e Ucrânia.

3.3 Implantação do experimento

A área experimental foi dividida em 120 parcelas, respeitando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com a utilização de três repetições. Cada parcela com área de 5,0 m² (5 linhas de 5 m x 0,2 m).

A semeadura foi realizada no dia 18 de maio de 2011, juntamente com a adubação de 300 kg ha⁻¹ da formulação 08 – 24 – 18 (N – P₂O₅ – K₂O), com nova aplicação de nitrogênio (100 kg ha⁻¹) aproximadamente 50 dias após a semeadura. A densidade foi de 360 plantas/m².

O corte para ensilagem foi realizado quando as plantas atingiram o estágio de grão pastoso a massa firme (EVANGELISTA et al., 2002), com aproximadamente 30 a 35% de matéria seca.

3.4 Conservação de forragem – ensilagem

Para ensilagem, foram colhidas as duas linhas centrais de cada parcela, estas foram trituradas em moinho forrageiro, em fragmentos de 0,5 a 3,0 cm, e compactadas manualmente em silos experimentais de PVC com 100 mm de diâmetro e 40 cm de altura.

Os silos foram acondicionados em local abrigado da luz e calor, sendo abertos para avaliação 90 dias após o fechamento.

3.5 Avaliações

Foram realizadas avaliações pré-ensilagem, como altura das plantas e rendimento de biomassa ensilável, e pós-ensilagem, como pH, nitrogênio amoniacal, teor de matéria seca, massa específica e perdas da silagem, proteína bruta, fibra insolúvel em detergente neutro, fibra insolúvel em detergente ácido e digestibilidade estimada da matéria seca.

3.5.1 Pré-ensilagem

A altura das plantas foi obtida através de régua graduada no momento do corte. Foram coletadas as duas linhas centrais de cada parcela e estas foram pesadas, homogeneizadas e retirada uma amostra. Esta amostra foi seca em estufa de ventilação forçada a 60°C, até peso constante, para determinação do rendimento de biomassa ensilável.

Foi realizada a pesagem dos tubos de PVC, com o material recém ensilado.

3.5.2 Qualidade fermentativa da silagem

Na abertura dos silos, os tubos de PVC foram novamente pesados para determinação das perdas durante o processo de ensilagem, bem como a massa específica da silagem. Não foi realizada a determinação de perdas específicas, mas perdas gerais, obtidas através da pesagem dos silos no fechamento e abertura.

Foram desprezadas as porções, superior e inferior, de silagem de cada silo, o material retirado foi homogeneizado e amostras foram retiradas para avaliação de pH, nitrogênio amoniacal e teor de matéria seca.

Para determinação do pH, foram utilizadas 9 g de silagem fresca juntamente com 60 mL de água destilada. Após 30 minutos de repouso, foi realizada a leitura do pH com potenciômetro digital (SILVA & QUEIROZ, 2002b).

Para determinação do nitrogênio amoniacal foi utilizada metodologia descrita por Rech et al. (2006).

A determinação da matéria seca foi realizada através de amostras secas em estufa de ventilação forçada a 60°C, até que atingissem peso constante, com pesagem posterior.

3.5.3. Valor nutritivo da silagem

Para determinação do valor nutritivo das silagens, foram utilizadas amostras previamente secas em estufa de ventilação forçada a 60°C, até peso constante. O material seco foi triturado em moinho do tipo Willey, peneira com malha de 1,0 mm, e retirada sub-amostra para determinação dos teores de proteína bruta, fibra insolúvel em detergente neutro, fibra insolúvel em detergente ácido e digestibilidade estimada da matéria seca pelo método de reflectância do infravermelho proximal – NIRS (FONTANELI & FONTANELI, 2007).

3.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e, quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ($P > 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ciclo, estatura de plantas e rendimento de biomassa em genótipos para ensilagem

Através dos resultados obtidos, é possível observar que os genótipos avaliados são de ciclos distintos, considerando como ciclo da emergência até o corte para ensilagem, com cultivares precoces, intermediários e tardios. Os cultivares mais precoces para ensilagem, com 139 dias de ciclo, foram a cevada BRS Cauê (Tabela 2) e as aveias brancas URS Taura, UFRGS 19, Albasul, UPFA 22-Temprana, URS 22, URS Tarimba, URS Charrua, URS Fapa-Slava, URS Guará e IAC 7 (Tabela 3). Já os genótipos mais tardios foram centeio BRS Serrano e a aveia preta Ucrânia, com 170 dias de ciclo (Tabela 2).

A altura das plantas também diferiu entre os genótipos. Para silagem de cereais de inverno, o centeio BRS Serrano apresentou a maior altura, atingindo 160 cm, já a cevada BRS Cauê apresentou altura de 56 cm, a menor entre os genótipos avaliados (Tabela 2). Para silagem de aveia branca, os extremos de alturas de plantas ficaram com URS Estampa e FAEM 4-Carlasul, com 111 cm e 110 cm, respectivamente, e URS 22 com 82 cm (Tabela 3).

Tabela 2 – Ciclo, altura das plantas e rendimento de biomassa ensilável de genótipos de cereais de inverno

Genótipos	Ciclo*	Altura	Rendimento
	(dias)	(cm)	(kg ha ⁻¹ MS)
CEV BRS Cauê	139	56 h	6.500 e
AB URS 21	142	101 def	9.713 bcd
AB URS Guapa	152	96 f	8.957 cd
AB Barbarasul	149	97 ef	8.764 cd
AP BRS 139-Neblina	152	123 b	9.500 bcd
TR BRS Tarumã	157	79 g	10.937 b
AP IAPAR 61-Ibiporã	152	120 bc	8.194 d
TRT Embrapa 53	149	103 de	10.284 bc
AP Ucrânia	170	116 c	10.964 b
CEN BRS Serrano	170	160 a	13.448 a
TR BRS Umbu	152	83 g	8.688 cd
TRT BRS Minotauro	152	105 d	9.859 bcd
Médias	152	103,3	9.651
CV (%)		3,3	10,1

*Período, em dias, entre a emergência das plantas e o corte para ensilagem.

CEV= cevada, AB= aveia branca, AP= aveia preta, TR= trigo, TRT= triticale, CEN= centeio.

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Duncan (P>0,05)

Tabela 3 – Ciclo, altura das plantas e rendimento de biomassa ensilável de genótipos de aveia branca

Genótipos	Ciclo*	Altura	Rendimento
	(dias)	(cm)	(kg ha ⁻¹ MS)
URS Taura	139	85 ij	9.030 bcdefg
UFRGS 19	139	89 efghij	8.401 fghi
Albasul	139	85 ij	8.458 fghi
UPFA 22-Temprana	139	87ghij	6.900 i
URS 22	139	82 j	7.949 ghi
URS Tarimba	139	92 defghij	8.674 defgh
URS Charrua	139	98 bcde	8.844 cdefgh
URS Fapa-Slava	139	85 ij	8.497 efghi
IAC 7	139	91 defghij	7.278 hi
URS Guará	139	93 cdefghi	8.719 defgh
UPF 15	157	100 bcd	11.240 a
UPF 16	157	103 ab	9.905 abcdef
UPFA 20-Teixeirinha	149	86 hij	9.317 bcdefg
UFRGS 14	149	94 bcdefghi	9.246 bcdefg
URS 21	142	101 bcd	9.713 abcdefg
URS Guapa	152	96 bcdefgh	8.957 bcdefgh
URS Guria	149	96 bcdefgh	9.620 abcdefg
URS Torena	149	96 bcdefgh	9.593 abcdefg
URS Corona	149	98 bcde	9.585 abcdefg
Louise	149	94 bcdefghi	10.261 abcde
UPFA Gaudéria	142	98 bcde	8.367 fghi
Barbarasul	149	97 bcdef	8.764 cdefgh
Brisasul	149	88 fghij	8.740 defgh
FAEM 4-Carlasul	152	110 a	9.581 abcdefg
FAEM 5-Chiarasul	149	96 bcdefg	9.378 bcdefg
UPFA Ouro	157	103 ab	10.424 abcd
IPR Afrodite	157	104 ab	10.516 abc

FAEM 6-Dilmasul	157	95 bcdefgh	9.418 bcdefg
URS Penca	149	102 abc	8.514 efghi
URS Estampa	152	111 a	8.155 fghi
UPF 18	157	93 cdefghi	10.709 ab
Médias	147	95	9.121
CV (%)		10,3	9,7

*Período, em dias, entre a emergência das plantas e o corte para ensilagem.

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Duncan ($P>0,05$)

Em ensaio de cultivares de aveia branca realizado em Guarapuava/PR, por Almeida & Fostim (2011), os valores de estatura foram superiores aos obtidos no experimento, para os mesmos genótipos, o que pode ter contribuído para a não ocorrência de acamamento nos genótipos avaliados, já que plantas altas tendem a acamar em decorrência de ventos ou chuvas fortes.

Houve diferença significativa quanto ao rendimento de biomassa ensilável entre os genótipos. Na silagem de cereais de inverno, o centeio BRS Serrano e a cevada BRS Cauê apresentaram maior e menor rendimentos, respectivamente (Tabela 2). Na silagem de aveia branca, os genótipos UPF 15, UPF 16, UPF 18, URS 21, URS Guria, URS Torena, URS Corona, Louise, FAEM 4-Carlasul, UPFA Ouro e IPR Afrodite apresentaram os maiores rendimentos, já UPFA 22-Temprana, UFRGS 19, Albasul, UPFA 22-Temprana, URS 22, URS Fapa-Slava, IAC 7, UPFA Gaudéria e URS Penca apresentaram os menores rendimentos de biomassa (Tabela 3).

Fontaneli et al. (2009b), avaliando cereais de inverno também observaram altos rendimentos em centeio BRS Serrano

(superior 10 t ha^{-1}) e baixos rendimentos para a cevada (inferior a 5 t ha^{-1}), bem como para altura de plantas, com centeio superior a 130 cm e cevada inferior a 80 cm.

Além de fatores intrínsecos aos genótipos, o rendimento de biomassa pode estar relacionado ao ciclo de cultivo. Como pode ser observado na Tabela 1, nos meses de junho, julho e agosto, a insolação foi inferior a normalmente ocorrida neste período, o que pode ter favorecido os genótipos com ciclo mais longo, como o centeio e a aveia branca UPF 15, resultando em maior acúmulo de matéria seca. Segundo Heinemann et al. (2009), em condições tropicais, a intensidade luminosa não constitui de fator limitante, exceto em períodos de intensa nebulosidade, o que reduz a taxa fotossintética. A produção de biomassa de uma cultura está relacionada com a radiação solar interceptada, com a eficiência do uso desta radiação, bem como com a duração da estação de crescimento (SINCLAIR, 1993).

4.2 Características fermentativas de silagens de aveia branca e silagens de cereais de inverno

Para silagem de cereais de inverno, não houve diferença significativa entre o pH dos genótipos ensilados, que ficou entre 3,96 e 4,69. No entanto, pôde-se observar diferença entre os genótipos quanto aos teores de matéria seca e nitrogênio amoniacal (Tabela 4).

Tabela 4 – Teores de matéria seca (MS), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) das silagens de cereais de inverno

Genótipos	MS	pH	N-NH ₃
	(%)		(% Nitrogênio total)
CEV BRS Cauê	28,36 b	4,69	7,43 ab
AB URS 21	28,21 b	3,96	3,97 e
AB URS Guapa	33,94 a	4,44	7,01 abc
AB Barbarasul	27,74 b	4,20	3,93 e
AP BRS 139-Neblina	29,66 b	4,25	4,94 cde
TR BRS Tarumã	33,99 a	4,23	6,73 abcd
AP IAPAR 61-Ibiporã	28,55 b	4,48	9,11 a
TRT Embrapa 53	34,07 a	4,59	6,22 bcde
AP Ucrânia	33,85 a	4,31	4,52 de
CEN BRS Serrano	33,69 a	4,26	4,38 de
TR BRS Umbu	33,78 a	4,14	5,91 bcde
TRT BRS Minotauro	33,51 a	3,98	7,13 abc
Médias	31,61	4,29	5,94
CV (%)	4,9	4,9	17,1

CEV= cevada, AB= aveia branca, AP= aveia preta, TR= trigo, TRT= triticales, CEN= centeio.

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Duncan (P>0,05)

Para silagem de aveia branca, houve diferença entre os genótipos avaliados. UPF 15, URS Torena, UPFA Ouro e URS Penca apresentaram os maiores valores de pH, próximos a 4,5 e UFRGS 19, o menor pH, 3,83 (Tabela 5). Para os teores de matéria seca e nitrogênio amoniacal, é possível observar diferença significativa entre os genótipos.

Tabela 5 – Teores de matéria seca (MS), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) de silagens de aveia branca

Genótipos	MS	pH	N-NH ₃
	(%)		(% Nitrogênio total)
URS Taura	27,58 de	3,99 efgh	3,73 fgh
UFRGS 19	28,59 de	3,83 h	3,80 fgh
Albasul	26,98 e	4,06 defgh	3,5 gh
UPFA 22-Temprana	31,7 abcde	4,43 abc	6,36 bcdefg
URS 22	30,16 abcde	4,23 abcdefg	5,43 bcdefgh
URS Tarimba	33,71 abc	4,21 abcdefg	4,19 efgh
URS Charrua	28,75 de	4,07 cdefgh	3,32 gh
URS Fapa-Slava	28,16 de	3,93 fgh	3,67 fgh
IAC 7	28,62 de	4,45 ab	8,14 abcd
URS Guará	28,94 cde	4,19 abcdefg	4,28 efgh
UPF 15	34,41 a	4,48 a	6,62 bdcefg
UPF 16	34,36 a	4,23 abcdefg	4,55 efgh
UPFA 20-Teixeirinha	34,54 a	4,31 abcde	5,10 cdefgh
UFRGS 14	31,98 abcd	4,40 abcd	8,24 abc
URS 21	28,21 de	3,97 efgh	3,97 fgh
URS Guapa	33,94 ab	4,45 ab	7,02 bcdef
URS Guria	31,98 abcd	4,09 bcdefgh	4,57 efgh
URS Torena	31,80 abcde	4,47 a	4,88 defgh
URS Corona	33,81 abc	4,40 abcd	4,67 efgh
Louise	33,68 abc	4,29 abcdef	2,82 h
UPFA Gaudéria	28,49 de	3,88 gh	4,28 efgh
Barbarasul	27,74 de	4,21 abcdefg	3,94 fgh
Brisasul	28,96 cde	4,40 abcd	7,54 bcde
FAEM 4-Carlasul	30,38 abcde	3,95 efgh	4,72 efgh
FAEM 5-Chiarasul	29,83 abcde	4,44 ab	6,61 bcdefg
UPFA Ouro	33,77 abc	4,5 a	6,43 bcdefg
IPR Afrodite	30,45 abcde	4,37 abcd	10,78 a

FAEM 6-Dilmasul	30,57 abcde	4,24 abcdefg	4,73 efgh
URS Penca	34,54 a	4,47 a	3,88 fgh
URS Estampa	28,69 de	4,21 abcdefg	8,59 ab
UPF 18	29,06 bcde	4,26 abcdef	4,29 efgh
Médias	30,78	4,24	5,31
CV (%)	6,6	3,5	26,1

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Duncan ($P>0,05$)

Os valores de pH obtidos foram superiores aos observados por Meinerz et al. (2011), ao avaliarem silagens de cereais de inverno.

Segundo Ferreira (2001), silagens com adequada fermentação devem apresentar valores de pH entre 3,8 e 4,2. No entanto, não foi observada nenhuma alteração que indicasse a ocorrência de fermentações indesejadas na silagem durante a abertura dos silos.

A qualidade da silagem pode ser avaliada através da relação entre o teor de matéria seca e o valor de pH. Quando a silagem apresenta teor elevado de matéria seca, é possível obter uma silagem de boa qualidade, mesmo com valores maiores de pH (Van Soest, 1994).

De acordo com Muck (1988), os teores ideais de matéria seca de silagens devem estar em torno de 30 a 35%, e associados a valores de pH inferiores a 5 para que não ocorram fermentações indesejadas pela presença de microrganismos, além de redução da quebra de proteínas na proteólise.

O conteúdo de nitrogênio amoniacal nas silagens tem sido um parâmetro amplamente utilizado para indicar a ocorrência de

processo fermentativo eficiente, ou seja, sem quebra excessiva de proteínas em amônia. Teores de nitrogênio amoniacal inferiores a 10% do nitrogênio total da silagem indicam uma boa preservação do material, baixa degradação das proteínas e consequente qualidade da silagem (Van Soest, 1994; Tomich et al., 2003).

Todos os genótipos avaliados apresentaram teores de nitrogênio amoniacal dentro dos níveis aceitáveis, indicando baixa proteólise. A aveia branca Louise apresentou o menor teor de nitrogênio amoniacal, não diferindo das aveias URS Taura, UFRGS 19, Albasul, URS 22, URS Tarimba, URS Charrua, URS Fapa-Slava, URS Guará, UPF 16, UPFA 20-Teixeirinha, URS 21, URS Guria, URS Torena, URS Corona, UPFA Gaudéria, Barbarasul, FAEM 4-Carlasul, FAEM 6-Dilmasul, URS Penca e UPF 18. Para os cereais de inverno, as aveias brancas URS 21 e Barbarasul obtiveram os menores teores de nitrogênio amoniacal, não diferindo do trigo BRS Umbu, centeio BRS Serrano, triticale Embrapa 53 e aveias pretas BRS 139-Neblina e Ucrânia.

Dos genótipos avaliados, alguns resultaram em valores de matéria seca abaixo do desejável, como as silagens de aveia branca URS Taura, UFRGS 19, Albasul, URS Charrua, URS Fapa-Slava, IAC 7, URS Guará, URS 21, UPFA Gaudéria, Barbarasul, Brisasul, URS Estampa e UPF 18, com valores entre 26 e 29% (Tabela 5), e as silagens de cereais de inverno BRS Cauê, BRS 139-Neblina e IAPAR 61-Ibiporã, com teores de matéria seca entre 28 e 29% (Tabela 4). No entanto, em todos os genótipos avaliados os valores de nitrogênio amoniacal estiveram dentro dos parâmetros considerados aceitáveis e

associados a adequados valores de pH, não prejudicando a qualidade final das silagens.

Lopes et al. (2008), avaliando triticales para ensilagem, obtiveram valores inferiores de pH em comparação as silagens de triticales avaliadas no experimento. No entanto, os valores de nitrogênio amoniacal foram bem superiores aos aqui observados.

Houve diferença significativa entre os genótipos tanto de silagens de cereais de inverno como silagem de aveia para densidade da silagem (Tabelas 6 e 7).

Para cereais de inverno, a massa específica das silagens variou entre 515 a 728 kg m⁻³ de matéria verde (Tabela 6). Para aveia branca, a variação da massa específica das silagens foi de 589 a 777 kg m⁻³ de matéria verde (Tabela 7).

Segundo Tomich (2003), silagens com adequada compactação apresentam massa específica entre 600 e 800 kg m⁻³ de matéria verde. No entanto, são consideradas densidades próximas a 550 kg m⁻³ de matéria verde.

Houve diferença significativa quanto as perdas no processo de ensilagem tanto para genótipos de silagens de cereais de inverno como de silagem de aveia (Tabelas 6 e 7). No entanto, os teores de perdas por efluentes, fermentações inadequadas e respiração celular das silagens dos genótipos avaliados ficaram abaixo de 7 %, que é o limite aceitável para perdas inevitáveis (PEREIRA & BERNARDINO, 2004).

Tabela 6 – Perdas e massa específica das silagens de cereais de inverno

Genótipos	Perdas*	Massa específica
	(%)	(kg m ⁻³ MV)
CEV BRS Cauê	3,5 bc	609,61 bc
AB URS 21	4,3 ab	728,32 a
AB URS Guapa	3,8 abc	589,09 cd
AB Barbarasul	3,3 bc	667,34 ab
AP BRS 139-Neblina	3,3 bc	596,26 cd
TR BRS Tarumã	3,8 abc	679,34 ab
AP IAPAR 61-Ibiporã	3,5 bc	608,72 bc
TRT Embrapa 53	4,8 a	564,45 cde
AP Ucrânia	2,7 c	523,62 de
CEN BRS Serrano	3,3 bc	515,67 e
TR BRS Umbu	4,2 ab	552,28 cde
TRT BRS Minotauro	3,3 bc	585,47 cde
Médias	3,65	601,68
CV (%)	12,5	5,0

*Obtidas através da diferença entre a massa ensilada no fechamento e a abertura dos silos.

MV= matéria verde, CEV= cevada, AB= aveia branca, AP= aveia preta, TR= trigo, TRT= triticale, CEN= centeio.

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Duncan (P>0,05)

Tabela 7 – Perdas e massa específica das silagens de aveia branca

Genótipos	Perdas*	Massa específica
	(%)	(kg m ⁻³ MV)
URS Taura	5,3 a	733,96 abc
UFRGS 19	4,1 abcd	712,38 abcd
Albasul	3,1 cde	668,87 cdefgh
UPFA 22-Temprana	4,3 abcd	637,83 defgh
URS 22	3,8 bcde	722,80 abc
URS Tarimba	3,6 bcde	663,33 cdefgh
URS Charrua	3,4 bcde	686,42 bcdef
URS Fapa-Slava	4,6 ab	734,68 abc
IAC 7	4,0 abcd	634,62 defgh
URS Guar	3,8 bcde	694,41 bcde
UPF 15	3,9 abcd	666,65 cdefgh
UPF 16	2,9 de	733,11 abc
UPFA 20-Teixeirinha	3,4 bcde	679,67 bcdefg
UFRGS 14	2,9 de	603,33 gh
URS 21	4,3 abcd	728,32 abc
URS Guapa	3,8 bcde	589,09 h
URS Guria	3,3 bcde	777,35 a
URS Torena	4,0 abcd	609,06 fgh
URS Corona	3,0 cde	626,25 efgh
Louise	2,5 e	673,62 cdefg
UPFA Gaudéria	3,6 bcde	732,79 abc
Barbarasul	3,3 bcde	667,34 cdefgh
Brisasul	3,0 cde	678,30 bcdefg
FAEM 4-Carlasul	3,5 bcde	720,96 abc
FAEM 5-Chiarasul	3,3 bcde	626,73 efgh
UPFA Ouro	3,3 bcde	710,07 abcd
IPR Afrodite	3,4 bcde	687,76 bcdef
FAEM 6-Dilmasul	3,0 cde	760,83 ab

URS Penca	3,6 bcde	629,95 defgh
URS Estampa	4,4 abc	690,01 bcdef
UPF 18	3,2 bcde	704,94 abcde
Médias	3,6	689,40
CV (%)	16,7	4,9

*Obtidas através da diferença entre a massa ensilada no fechamento e a abertura dos silos.

MV=matéria verde.

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Duncan ($P>0,05$)

4.3 Valor nutritivo de silagens de aveia branca e silagens de cereais de inverno

Quanto ao valor nutritivo, não houve diferença para os teores de proteína bruta (PB) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) para as silagens de cereais de inverno. Para a proteína bruta, os teores variaram de 6,0 a 8,4%. Para FDN, os valores variam de 59 a 74% (Tabela 8).

Houve diferença entre os genótipos para silagem de cereais de inverno quanto a fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e digestibilidade estimada da matéria seca (DMS). A aveia preta IAPAR 61-Ibiporã apresentou o maior valor de FDA e, conseqüentemente, o menor DMS. O menor valor FDA e o maior de DMS foi apresentado pelo triticales Embrapa 53 (Tabela 8).

Tabela 8 – Teores de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e digestibilidade estimada da matéria seca (DMS) de silagens de cereais de inverno

Genótipos	PB	FDN	FDA	DMS
(% MS).....			
CEV BRS Cauê	8,4	59,6	30,7 bcd	64,9 abc
AB URS 21	7,6	64,1	37,0 abc	60,1 bcd
AB URS Guapa	7,3	66,5	38,9 abc	58,6 bcd
AB Barbarasul	7,3	66,0	37,6 abc	59,6 bcd
AP BRS 139-Neblina	6,0	74,3	43,4 ab	55,1 cd
TR BRS Tarumã	8,0	65,4	33,8 abcd	62,6 abcd
AP IAPAR 61-Ibiporã	6,5	74,7	46,0 a	53,1 d
TRT Embrapa 53	7,9	56,5	22,3 d	71,5 a
AP Ucrânia	6,2	65,1	37,1 abc	60,0 bcd
CEN BRS Serrano	6,8	73,7	40,4 abc	57,5 bcd
TR BRS Umbu	8,3	62,4	30,6 bcd	65,1 abc
TRT BRS Minotauro	7,9	63,2	28,9 cd	66,4 ab
Médias	7,3	65,9	35,55	61,2
CV (%)	13,5	8,1	14,6	6,6

CEV= cevada, AB= aveia branca, AP= aveia preta, TR= trigo, TRT= triticales, CEN= centeio.

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Duncan (P>0,05)

O triticales Embrapa 53 destacou-se por apresentar os menores teores de fibra e a maior digestibilidade estimada da matéria seca (DMS), semelhante ao observado por Fontaneli et al. (2009b). A digestibilidade se refere aos nutrientes que serão desdobrados no trato digestório dos animais, durante a digestão, e absorvidos pelo

organismo. A digestibilidade sofre grande influência do processo fermentativo. Baixa digestibilidade em silagens pode indicar a ocorrência de alterações durante a fermentação (EVANGELISTA et al., 2004).

Para silagem de aveia branca, não houve diferença significativa entre os genótipos apenas para o teor de proteína bruta, que variou de 6,2 a 8,7% (Tabela 9).

As aveias brancas URS Torena, IAC 7 e UPFA Ouro apresentaram os maiores valores de FDN, com teores acima de 70% de FDN. Os genótipos IAC 7 e UPFA Ouro também apresentaram os maiores teores de FDA, superiores a 41%, e os menores de DMS, não atingindo 57%. O destaque positivo ficou com o genótipo URS Estampa, que apresentou os menores teores de FDN e FDA, e maior teor de DMS (Tabela 9).

Tabela 9 – Teores de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e digestibilidade estimada da matéria seca (DMS) de silagens de aveia branca

Genótipos	PB	FDN	FDA	DMS
(% MS).....			
URS Taura	7,9	58,7 bc	30,9 bcde	64,8 abcd
UFRGS 19	8,7	58,1 bc	32,2 abcde	63,9 abcde
Albasul	7,7	60,5 abc	35,5 abcde	61,3 abcde
UPFA 22-Temprana	7,5	64,9 ab	37,4 abc	59,7 cde
URS 22	7,6	64,2 abc	36,9 abc	60,2 cde
URS Tarimba	7,4	65,9 ab	36,2 abcd	60,7 bcde
URS Charrua	7,0	58,4 bc	30,0 cde	65,5 abc

URS Fapa-Slava	8,7	63,9 abc	36,5 abcd	60,5 bcde
IAC 7	6,4	70,3 a	41,3 a	56,7 e
URS Guará	7,0	61,9 abc	32,7 abcde	63,5 abcde
UPF 15	6,8	66,2 ab	37,8 abc	59,4 cde
UPF 16	8,4	65,4 ab	36,4 abcd	60,6 bcde
UPFA 20-Teixeirinha	6,8	70,7 a	38,7 abc	58,7 cde
UFRGS 14	6,7	65,3 ab	37,4 abc	59,7 cde
URS 21	7,6	64,1 abc	37,0 abc	60,0 cde
URS Guapa	7,3	66,5 ab	38,9 abc	58,6 cde
URS Guria	6,9	63,0 abc	35,9 abcde	60,9 abcde
URS Torena	7,0	70,8 a	38,8 abc	58,7 cde
URS Corona	6,9	68,3 ab	40,1 ab	57,7 de
Louise	7,0	64,8 ab	38,4 abc	58,9 cde
UPFA Gaudéria	7,8	59,2 bc	30,0 cde	65,5 abc
Barbarasul	7,3	66,0 ab	37,6 abc	59,6 cde
Brisasul	6,6	67,9 ab	40,2 ab	57,6 de
FAEM 4-Carlasul	6,3	57,6 bc	27,1 de	67,8 ab
FAEM 5-Chiariasul	7,1	60,9 abc	32,4 abcde	63,7 abcde
UPFA Ouro	6,8	70,7 a	41,3 a	56,7 e
IPR Afrodite	6,2	68,3 ab	39,7 abc	57,9 cde
FAEM 6-Dilmasul	6,2	67,9 ab	37,6 abc	59,7 cde
URS Penca	6,5	67,0 ab	36,8 abc	60,2 cde
URS Estampa	7,1	53,7 c	26,6 e	68,2 a
UPF 18	7,5	64,8 ab	39,2 abc	58,3 cde
Médias	7,2	64,38	36,05	60,8
CV (%)	11,8	6,8	11,1	5,1

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Duncan ($P>0,05$)

Segundo Van Soest (1994), o teor de proteína bruta mínimo necessário para o crescimento microbiano do rúmen, é de 7%,

caso contrário, a fermentação ruminal é prejudicada, além de incorrer na diminuição do consumo do alimento pela baixa concentração de proteína. Dentre os genótipos avaliados, não cumpririam este requisito as aveias pretas Embrapa 139-Neblina, IAPAR 61-Ibiporã e Ucrânia, o centeio BRS Serrano e as aveias brancas IAC 7, UPF 15, UPFA 20-Teixeirinha, UFRGS 14, URS Guria, URS Torena, URS Corona, Brisasul, FAEM 4-Carlasul, UPFA Ouro, IPR Afrodite, FAEM 6-Dilmasul e URS Penca.

Coan et al. (2001), avaliando silagens de forrageiras de inverno, obtiveram valores de proteína bruta média de 10%, sendo superiores aos resultados obtidos neste experimento, onde o valor máximo de proteína bruta obtido foi de 8,7%. Os mesmos autores também obtiveram valores inferiores de FDN, mas os valores de FDA foram semelhantes aos obtidos no experimento.

Fontaneli et al. (2009b), obtiveram valores de proteína bruta superiores a 7% em todos os genótipos avaliados, sendo superiores, em sua maioria, aos valores obtidos neste trabalho.

Em comparação aos resultados obtidos por Oliveira et al. (2010), avaliando silagens de milho, sorgo forrageiro e sorgo-sudão, as silagens de aveia branca e cereais de inverno obtiveram valores superiores de proteína bruta, mas com teores superiores de FDN, exceto para silagem de sorgo-sudão, e valores inferiores de FDA.

Quanto aos valores de FDN e FDA, estes estão relacionados ao consumo e digestibilidade da massa ensilada. Valores altos de FDN tendem a limitar o consumo, enquanto valores altos de FDA resultariam em baixa digestibilidade da silagem. No entanto, baixos teores de fibra resultariam em diversos distúrbios ruminais,

bem como redução na gordura do leite (VAN SOEST, 1994). De acordo com NRC (2001) o FDN deve ficar em torno de 40% e o FDA em torno de 20% da matéria seca para não limitar o consumo.

5 CONCLUSÕES

Todos os genótipos avaliados têm características que possibilitam fermentações para conservação de forragem na forma de silagem.

A cevada BRS Cauê e as aveias brancas URS Taura, UFRGS 19, Albasul, UPFA 22 Temprana, URS 22, URS Tarimba, URS Charrua, URS Fapa-Slava, URS Guará e IAC 7 são os genótipos mais precoces para ensilagem.

O centeio BRS Serrano é o destaque quanto a produção de matéria seca ensilável. Dentre as aveias destacam-se UPF 15, UPF 16, UPF 18, IPR Afrodite, UPFA Ouro, Louise, URS 21, URS Guria, URS Torena e FAEM 4-Carlasul.

Silagens de aveias brancas UPFA 22-Temprana, URS 22, URS Tarimba, UPF 15, UPF 16, UPFA 20-Teixeirinha, UFRGS 14, URS Guapa, URS Guria, URS Corona, URS Torena, Louise, FAEM 4-Carlasul, FAEM 5-Chiarasul, FAEM 6-Dilmasul, UPFA Ouro, IPR Afrodite e URS Penca, trigos BRS Tarumã e BRS Umbu, triticales Embrapa 53 e BRS Minotauro, centeio BRS Serrano e aveia preta IAPAR 61-Ibiporã apresentam adequados teores de matéria seca.

Aveias brancas URS Taura, UFRGS 19, Albasul, URS 22, URS Tarimba, URS Charrua, URS Fapa-Slava, URS Guará, UPF 16, UPFA 20-Teixeirinha, URS 21, URS Guria, URS Torena, URS Corona, Louise, UPFA Gaudéria, Barbarasul, FAEM 4-Carlasul, FAEM 6-Dilmasul, URS Penca e UPF 18, trigo BRS Umbu, centeio BRS Serrano, triticales Embrapa 53 e aveias pretas BRS 139-Neblina e

Ucrânia apresentam os menores teores de nitrogênio amoniacal, indicando silagens de alta qualidade fermentativa.

A cevada BRS Cauê, os trigos BRS Umbu e BRS Tarumã, os triticales Embrapa 53 e BRS Minotauro, e as aveias brancas UFRGS 19, URS Fapa-Slava e UPF 16 apresentam os maiores teores de proteína bruta, entre os genótipos avaliados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. L.; FOSTIM, M. L. Ensaio brasileiro de cultivares recomendados de aveia 2010 FAPA, Guarapuava, PR. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 31., 2011, Passo Fundo. *Resultados experimentais...* Passo Fundo: RCBPA, 2011. p. 430-433.

ANDRADE, P. Alimentação de bovinos em épocas críticas. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de (Ed.). *Nutrição de bovinos – Conceitos básicos e aplicados*. 5.ed. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 239-250. v. 7.

BALL, D. M.; COLLINS, M.; LACEFIELD, G. D.; MAITIN, N. P.; MERTENS, D. A.; OLSON, K. E.; PUTNAM, D. H.; UNDERSANDER, D. J.; WOLF M. W. *Understanding forage quality*. Disponível em: <<http://alfalfa.ucdavis.edu/+producing/files/UnderstandingForageQuality.pdf>>. Acesso em: 3 nov. 2012.

BORREANI, G.; TABACCO, E. The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers. *Journal Dairy Science*, v. 93, p. 2620-2629, 2010.

BUMBIERIS JR, V. H.; OLIVEIRA, M. R.; BARBOSA, M. A. de F.; JOBIM, C. C. Use of winter cultures for forage conservation. In: DANIEL, J. L. P.; ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L. G. (Ed.). *Forage Quality and Conservation. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 2., 2011, São Pedro. Anais...* Piracicaba: FEALQ, 2011. p.65-83.

COAN, R. M.; FREITAS, D.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. Composição bromatológica das silagens de forrageiras de inverno submetidas ou não ao emurchecimento e ao uso de aditivos. *ARS Veterinária*, v. 17, n. 1, p. 58-63, 2001.

COLLINS, M.; COBLENTZ, W. K. Post-harvest physiology. In: BARNES, R. F.; NELSON, J. C.; MOORE, K. J.; COLLINS, M.

(Ed.). *Forages: the science of grassland agriculture*. 6. ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2007. p. 583-599. v. 2.

COLLINS, M.; FRITZ, J. O. Forage quality. In: BARNES, R.F.; NELSON, J. C.; COLLINS, M.; MOORE, K. J. (Ed.). *Forages: an introduction to grassland agriculture*. 6. ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2003. p. 363-390. v. 1.

COLLINS, M.; OWENS, V. N. Preservation of forage hay and silage. In: BARNES, R. F.; NELSON, J. C.; COLLINS, M.; MOORE, K. J. (Ed.). *Forages: an introduction to grassland agriculture*. 6.ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2003. p. 443-471. v. 1.

CORONA, M. E. P.; ALDANA, B. R. V. de; CRIADO, B. C.; CIUDAD, A. G. Variations in nutritional quality and biomass production of semiarid grasslands. *Journal of Range Management*, v. 51, n. 6, p. 570-576, 1998.

CUNHA, G. R. *Meteorologia: fatos e mitos*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1997. 268 p.

DEMARCHI, R. A. Chemical composition bighorn winter forages. *Journal of Range Management*, v. 21, n. 6, p. 385-388, 1968.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. de. *Silagens: do cultivo ao silo*. 2. ed. Lavras: UFLA, 2002. 210 p.

EVANGELISTA, A. R.; PERON, A. J.; AMARAL, P. N. C. do. Forrageiras não convencionais para silagem – mitos e realidades. In: PEREIRA, O. G.; OBEID, J. A.; FONSECA, D. M. de; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do. (Ed.). Manejo estratégico da pastagem. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM. 2., 2004, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV, 2004. p. 463-507.

FERREIRA, J. J. Estágio de maturação ideal para ensilagem de milho e sorgo. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S; FERREIRA, J. J. (Ed.) *Produção e utilização de silagem de milho e sorgo*. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2001. p. 405-428.

FONTANELI, Rob. S.; DÜRR, J. W.; FONTANELI, Ren. S.; SANTOS, H. P. dos. Valor Nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito. In: SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, Ren. S. (Org.). *Cereais de inverno de duplo propósito para integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. p. 65-83.

FONTANELI, Rob. S.; FONTANELI, Ren. S. Uso e abuso da espectroscopia no infravermelho proximal (NIRS). In: RENNÓ, F. P.; PRADO E SILVA, L. F. Simpósio Internacional Avanços em Técnicas de Pesquisa em Nutrição de Ruminantes. 2007, Pirassununga. *Anais...* Pirassununga: USP, 2007. p. 160-193.

FONTANELI, Rob. S.; FONTANELI, Ren. S. Qualidade de forragem. In: FONTANELI, Ren. S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, Rob. S. *Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região Sul-Brasileira*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p. 25-31.a

FONTANELI, Rob. S.; FONTANELI, Ren. S. Silagem de cereais de inverno In: FONTANELI, Ren. S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, Rob. S. *Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região Sul-Brasileira*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p. 143-149.b

FONTANELI, Rob. S.; FONTANELI, Ren. S.; SANTOS, H. P. dos. Silagem de cereais de inverno In: SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, Ren. S.; SPERA, S. T. *Sistemas de produção para cereais de inverno sob plantio direto no Sul do Brasil*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p. 317-331.a

FONTANELI, Ren. S.; FONTANELI, Rob. S.; SANTOS, H. P. dos; NASCIMENTO JÚNIOR, 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. 11, p. 2116-2120, 2009.b

FONTANELI, Ren. S.; FONTANELI, Rob. S.; LÂNGARO, N. C.; SANTOS, H. P. dos; KAIPER, E.; LAMPERT, E. Rendimento e valor

nutritivo de cereais de inverno para silagem. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 31., 2011, Passo Fundo. *Resultados experimentais...* Passo Fundo: RCBPA, 2011. p. 186-189.

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. Feijão. In: MONTEIRO, J. E. B. A. *Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola*. Brasília, DF: INMET, 2009. p. 185-200.

HATFIELD, R. D.; JUNG, H. G.; BRODERICK, G.; JENKINS, T. C. Nutritional chemistry of forages. In: BARNES, R. F.; NELSON, J. C.; MOORE, K. J.; COLLINS, M. (Ed.). *Forages: the science of grassland agriculture*. 6.ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2007. p. 467-507. v. 2.

JOBIM, C. C.; BRANCO, A. F.; GAI, V. F. Qualidade de forragens conservadas versus produção e qualidade do leite de vacas. In: SANTOS, G. T. dos; BRANCO, A. F.; CECATO, U.; OLIVEIRA, E. de; PARIZOTTO, M. L. V. (Ed.). *Sul-Leite simpósio sobre sustentabilidade de pecuária leiteira na região Sul do Brasil, 2.*, 2002. *Anais...* Maringá: UEM, 2002. p. 98-122.

JOBIM, C. C.; PEREIRA, J. R. A.; SANTOS, G. T. dos. Sistemas de produção de leite com ênfase na utilização de volumosos conservados. In: REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; OLIVEIRA, A. P.; MELO, G. M. P. de; BERNARDES, T. F. (Ed.). *Volumosos na produção de ruminantes*, Jaboticabal: Funep, 2005. p. 61-82.

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. Suplemento especial.

KIM, S. C.; ADESOGAN, A. T. Influence of ensiling temperature, simulated rainfall, and delayed sealing on fermentation characteristics and aerobic stability of corn silage. *Journal Dairy Science*, v. 89, p. 3122-3132, 2006.

LOPES, F. C. F.; SILVA E OLIVEIRA, J.; LANES, E. C. M.; DUQUE, A. C. A.; RAMOS, C. R. Valor nutricional do triticale (X *Triticosecale* Wittmack) para uso como silagem na Zona da Mata de Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 60, n. 6, p. 1484-1492, 2008.

LUCHINI, N. D.; BRODERICK, G. A.; MUCK, R. E.; MAKONI, N. F.; VETTER, R. L. Effect of storage system and dry matter content on the composition of alfalfa silage. *Journal Dairy Science*, v. 80, p. 1827-1832, 1997.

LACEFIELD, G. D. Alfalfa quality: What is it? What can we do about it? And, will it pay? Disponível em: <<http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/2004/04-187.pdf>>. Acesso em: 3 nov. 2012.

MEINERZ G. R.; OLIVO C. J.; VIÉGAS J.; NÖRNBERG J. L.; AGNOLIN C. A.; SCHEIBLER R. B.; HORST T.; FONTANELI Ren. S. Silagem de cereais de inverno submetidos ao manejo de duplo propósito. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 10, p. 2097-2104, 2011.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: TEIXEIRA, J.C.; NEIVA, R.S. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. *Anais...* Lavras: SBZ, 1992. p. 188-219.

MOORE, J. E.; ADESOGAN, A. T.; COLEMAN, S. W.; UNDERSANDER, D. J. Predicting forage quality. In: BARNES, R. F.; NELSON, J. C.; MOORE, K. J.; COLLINS, M. (Ed.). *Forages: the science of grassland agriculture*. 6. ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2007. p. 553-568. v. 2.

MUCK, R. E.; Factors influencing silage quality and other implications for management. *Journal of Dairy Science*, v. 71, p. 2292-3002, 1988.

MUCK, R. E.; MOSER, L. E.; PITT, R. E. Postharvest factors affecting ensiling. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON J. H. (Ed.). *Silage Science and Technology*. Madison, WI: American

Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science of America. 2003. p. 251-304.

NRC-National Research Council. *Nutrients requirements of dairy cattle*. 6th ed. Washington, D.C., 1989.

OLIVEIRA, L. B. de; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. de; RIBEIRO, L. S. O.; ALMEIDA, V. V. de; PEIXOTO, C. A. de M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 19, n. 1, p. 61-67, 2010.

PEREIRA, O. G.; BERNARDINO, F. S. Controle de efluentes na produção de silagem. In: PEREIRA, O. G.; OBEID, J. A.; FONSECA, D. M. de; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2004. p. 509-545.

PEREIRA, O. G.; SANTOS, E. M. Microbiologia e o processo de fermentação em silagens. In: PEREIRA, O. G.; OBEID, J. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do.; FONSECA, D. M. de. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2006. p. 393-430.

RECH, C. L. de S.; XAVIER, E. G.; DEL PINO, F. A. B.; ROLL, V. F. B.; RECH, J. L.; CARDOSO H. B. P.; NASCIMENTO P. V. N. Determinação do nitrogênio amoniacal. In: RECH, C. L. de S.; XAVIER, E. G.; DEL PINO, F. A. B.; ROLL, V. F. B.; RECH, J. L.; CARDOSO H. B. P.; NASCIMENTO P. V. N. *Análises Bromatológicas e Segurança Laboratorial*, Pelotas: UFPel, 2006. p. 41-42.

REIS, R. A.; SILVA, S. C. da. Consumo de forragens. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de (Ed.). *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 79-109.

REVELLO-CHION, A.; TABACCO, E.; PEIRETTI, P. G.; BORREANI, G. Variation in the fatty acid composition of alpine

grassland during spring and summer. *Agronomy Journal*, v. 103, n. 4, p. 1072-1080, 2010.

RHEIN, R. T.; COBLENTZ, W. K.; TURNER, J. E.; ROSENKRANS, C. F.; OGDEN, R. K.; KELLOGG, D. W. Aerobic stability of wheat and orchardgrass round-bale silages during winter. *Journal Dairy Science*, v. 88, p. 1815-1826, 2005.

RODRIGUES, M. T.; VIEIRA, R. A. M. Metodologias aplicadas ao fracionamento de alimentos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de (Ed.). *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 25-55.

SANTOS, J. E. P. Distúrbios metabólicos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de (Ed.). *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 423-496.

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

SINCLAIR, T. R. Crop yield potential and fairy tales. *Crop Science Society of America*, v. 1, p. 707-711, 1993.

SILVA, J. F. C. da. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de (Ed.). *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 57-78.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. Determinação dos carboidratos totais não-estruturais. In: SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. (Ed.). *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. p. 155-161.a

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.b

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

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. 20 p. (Documentos, 57).

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

WHITE, L. M. Forage Yield and Quality of Warm and Cool-season Grasses. *Journal of Range Management*, v. 39, n. 3, p. 264-268, 1986.

ZANINE, A. M.; MACEDO, J. G. L. Importância do consume da fibra para nutrição de ruminantes. *Revista Eletrônica de Veterinária*, v. 7, n. 8, p. 1-10, 2006.